دليل المهندس

في

أجهزة التحكم القابلة للبرمجة

Programmable Logic Control (PLC)

اعداد

مهندس / عبدا لجواد رزق

محتوى الكتاب

❖ الباب الأول : -

- مقدمة عن وحدات الـ (PLC) .
- المكونات الداخلية لوحدة الـ (PLC) .
- الملحقات الخارجية لوحدة الـ (PLC) .
- أنواع وحدات الـ (PLC) .
- المواصفات الفنية لشراء وحدات الـ (PLC) .

❖ الباب الثاني : -

- الأنظمة العددية .
- ذاكرة وحدات الـ (PLC) .
- لغات البرمجة المستخدمة لبرمجة وحدات الـ (PLC) .

❖ الباب الثالث : -

- برمجة الـ (PLC) بلغة المخطط السلمي الـ (LADDER DIAGRAME) .
- تطبيقات عملية على برمجة وحدات الـ (PLC) .

❖ الباب الرابع : -

- شرح مفصل لجهاز زيليو الـ (ZELIO SMART RELAY) .

الباب الأول

- **أجهزة التحكم القابلة للبرمجة (PLC) Programmable Logic Controller** :-

▪ **ما هو** الـ (PLC) :-

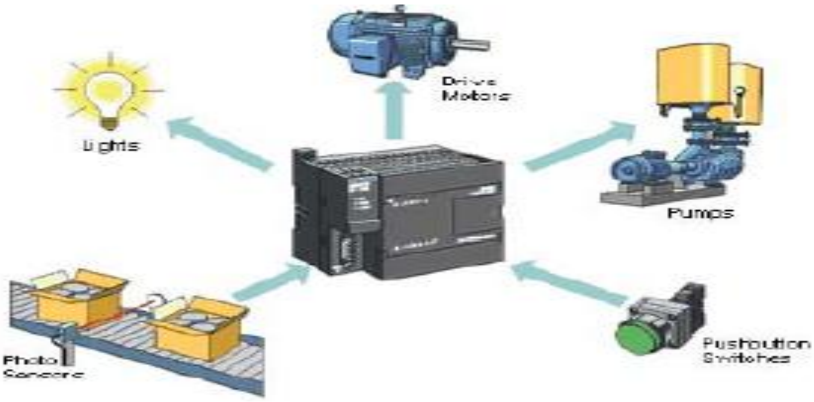
○ عبارة عن أجهزة إلكترونية رقمية تستخدم ذاكرة داخلية قابلة للبرمجة لتخزين برامج التشغيل والتي تتكون من مجموعة من الأوامر لتحقيق وظائف معينة و ذلك للتحكم في العمليات الصناعية المختلفة .

▪ **مميزات استخدام أجهزة** الـ (PLC) :-

- حجم صغير مقارنة لو تم تنفيذ نفس العمل باستخدام المكونات الصلبة (التحكم الكلاسيكي).
- سهولة و سرعة في تغيير طريقة عمل نظام التحكم ليناسب أي توسعات جديدة للنظام .
- وظائف تحكم وكشف أخطاء متكاملة فهي معدة لإعطاء بيان عن أعطالها.
- نظام مراقبة فوري .
- انخفاض التكلفة مقارنة لو تم تنفيذ نفس العمل باستخدام المكونات الصلبة .
- يمكن أن تعمل داخل شبكة .
- مداخل و مخارج وحدات الـ (PLC) معزولة عن المعالج الـ (CPU) كهربائيا مما يؤدي إلى تقليل الأعطال .

▪ **وظيفة أجهزة** الـ (PLC) :-

○ تقوم وحدات الـ (PLC) بعمل الوظائف التشغيلية المطلوبة وفقا لبرنامج التشغيل المخزن بذاكرتها الداخلية حيث تقوم بمراقبة المداخل ومن ثم اتخاذ القرارات بناءاً على التوجيهات المعطاة لها و بعد ذلك تنفذ تلك القرارات على المخارج .

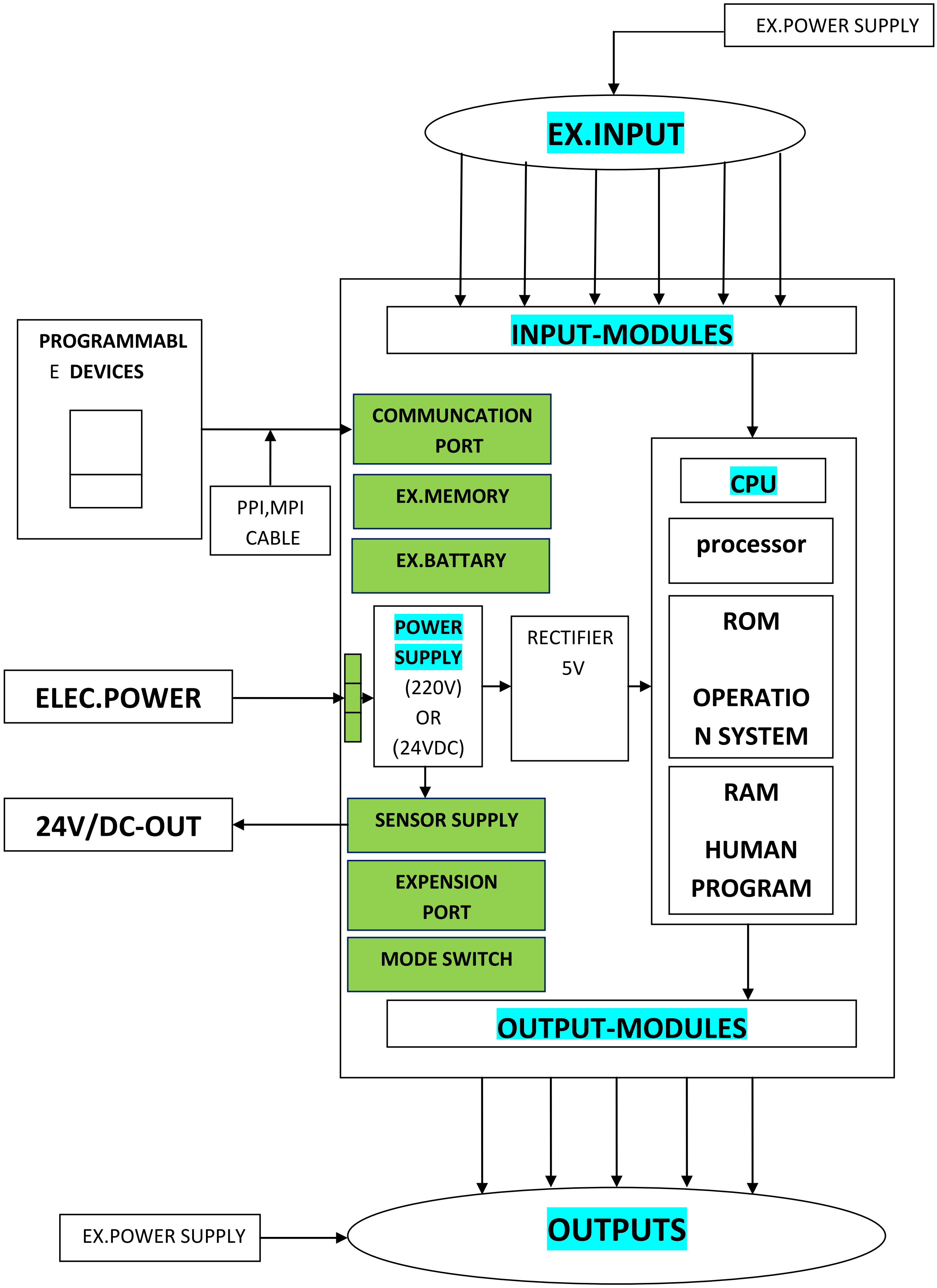


▪ **الشركات المنتجة لوحدات** الـ (PLC) :-

- SIEMENSE (SIMATIC 200 , SIMATIC 300 , SIMATIC 400) .
- ALLEN BRDLEY .
- MITSUBISHI .

- المكونات الداخلية لوحدة الـ (PLC) والملحقات الخارجية :-

◦ PLC – SYSTEM OVERVIEW :-



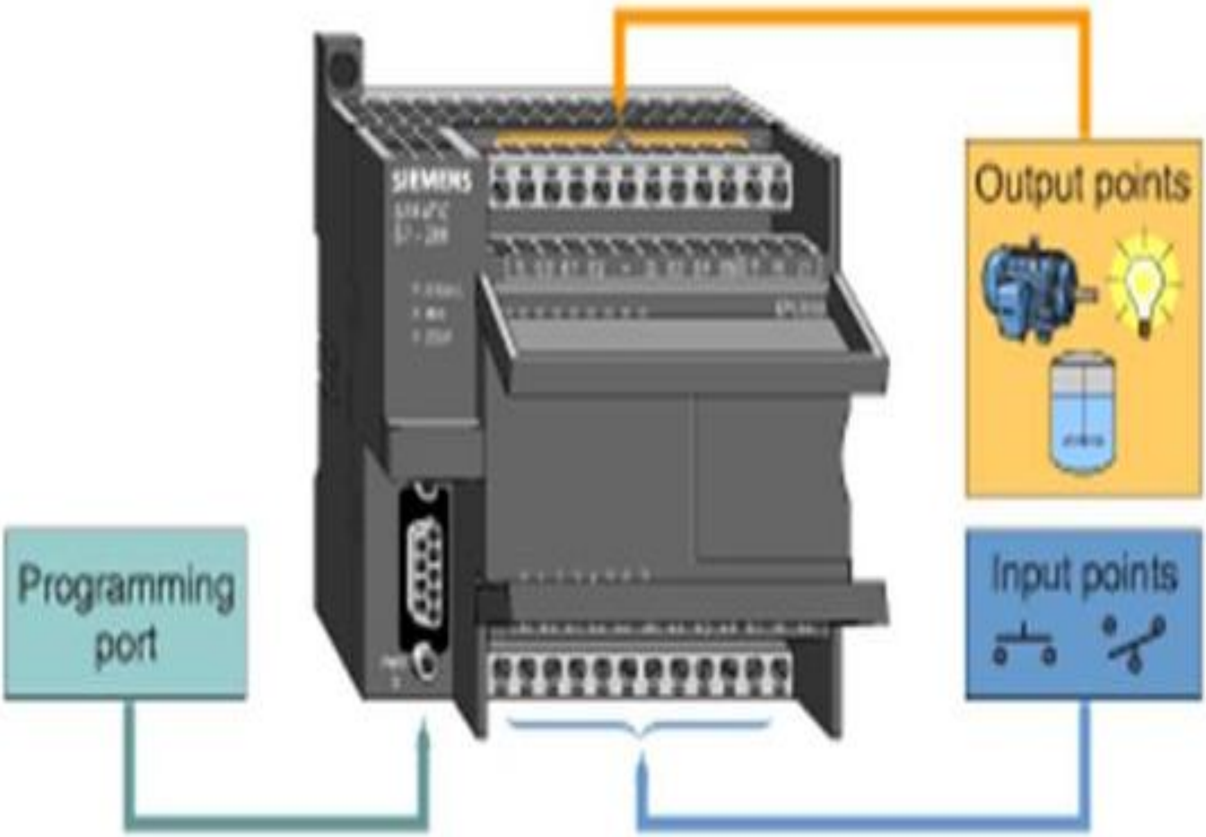
- في هذه الفقرة سنتحدث عن قسمين لمكونات وحدات الـ (PLC) كالتالي : -

(1) المكونات الداخلية لوحدة الـ (PLC) نفسه وهي كالتالي : -

- وحدة ربط المداخل (INPUT MODULES) .
- وحدة ربط المخارج (OUTPUT MODULES) .
- وحدة المعالجة المركزية (CPU) .
- وحدة مصدر القدرة الكهربائية (POWER SUPPLY) .
- مخرج إضافة وحدات ربط مداخل / مخارج (EXPENSION PORT) .
- مخرج اتصالات (COMMUNCATION PORT) .
- مفتاح تحديد الحالة (MODE - SWITCH)

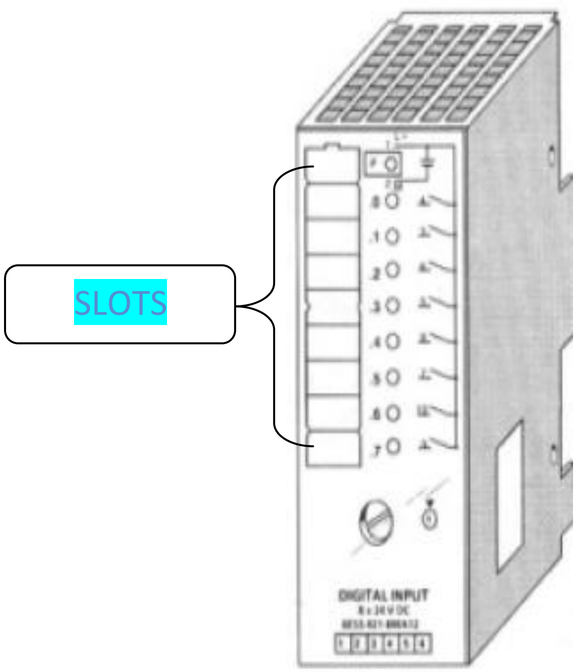
(2) ملحقات خارجية لوحدة الـ (PLC) وهي كالتالي : -

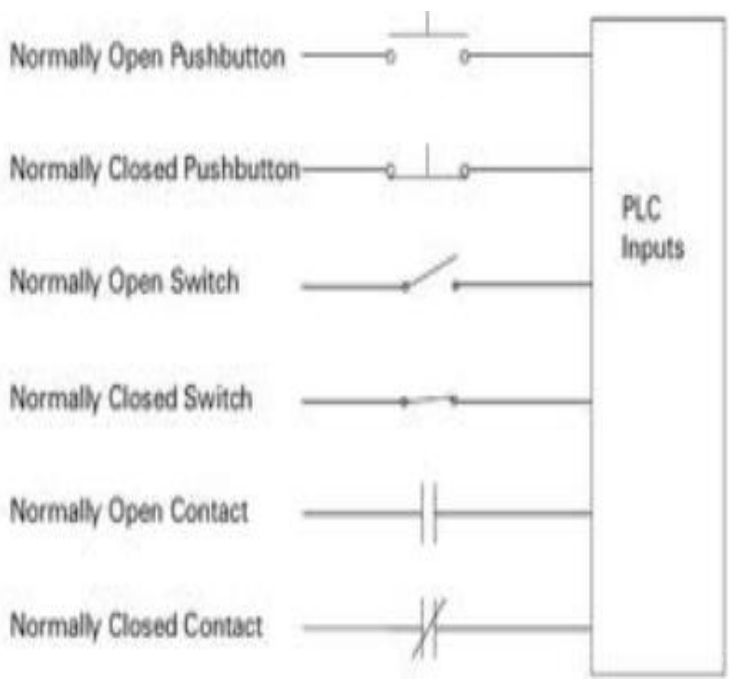
- جهاز البرمجة (PROGRAMMING DEVICE) .
- كابل التوصيل (CONNECTING CABLE) .
- وحدة المشغل (OPERATOR UNIT) .



(1) وحدة ربط المداخل الـ (INPUT MODULES) : -

- عبارة عن مجموعة من الـ (SLOTS) مخصص بعضها لربط مصدر تغذية المداخل والباقي لتوصيل المداخل الخارجية مثل الـ (SWITCHES,PUSHBUTON,SENSOR,TRANSDUCER) وهي وحدات تقوم باستقبال إشارات الدخل (الرقمية / التناظرية) وتجهيزها لكي تستطيع وحدة المعالجة المركزية الـ (CPU) التعامل معها .
- كل (SLOT) له عنوان (رقم) بذاكرة الوحدة ليسهل التعرف عليها ويأخذ الرمز الـ (I) .
- يتم تغذية المداخل بجهد كهربائي يتناسب مع جهد وحدة الـ (PLC) وهما نوعان كالتالي :-
  - AC (220V) .... (L (line) , N (neutral)) .
  - DC (24 V) .... (L+ (plus) , M (minus)) .
- تشعر وحدة الـ (PLC) بتغيير حالة المداخل عن طريق وجود أو اختفاء الجهد على المدخل فعند وجود جهد على المدخل يفهم الـ (PLC) ان هذا الدخل اصبح مغلق (NC) . وعند اختفاء الجهد على مدخل وحدة الـ (PLC) يفهم أن الدخل أصبح مفتوح (NO) .
- ظهور أو اختفاء جهد المدخل لوحدة الـ (PLC) يعطي دلالة لوحدة الـ (CPU) لاستكمال توجيهات البرنامج المخزن بذاكرته الـ (RAM) .

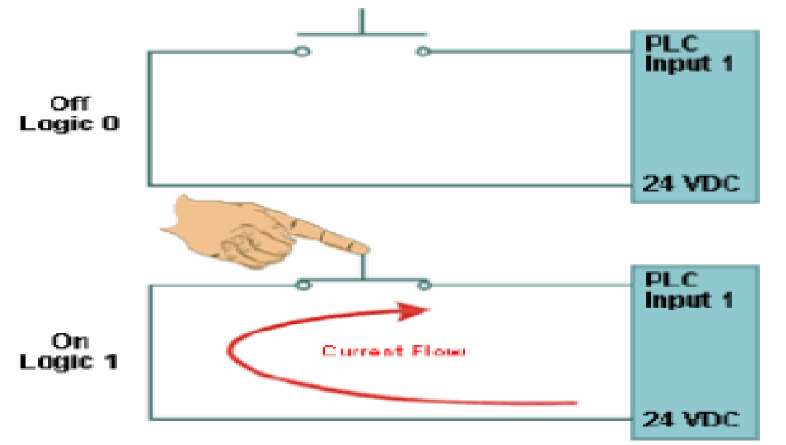




- أنواع وحدات ربط المداخل لوحدة الـ (PLC) :-

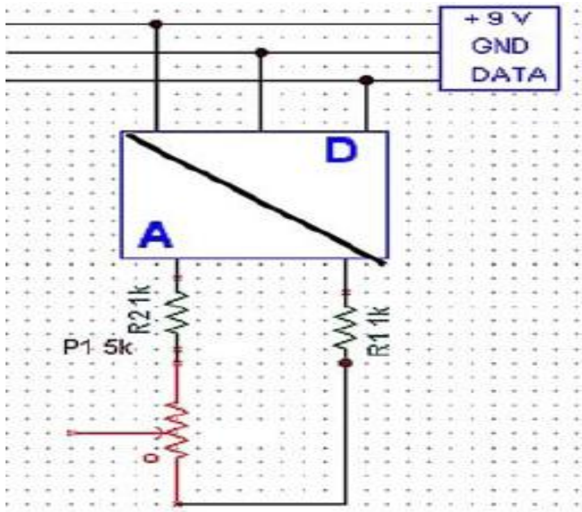
(1) وحدة ربط مداخل رقمية الـ (DIGITAL/DISCRETE – INPUT) : -

- وهي وحدة مخصصة لاستقبال إشارة رقمية والتي تأخذ احدى القيمتين الـ ((1) أو (0)) والقيمة (1) تعني (ON) أي وجود جهد على المدخل والقيمة (0) تعني (OFF) أي عدم وجود جهد على المدخل .

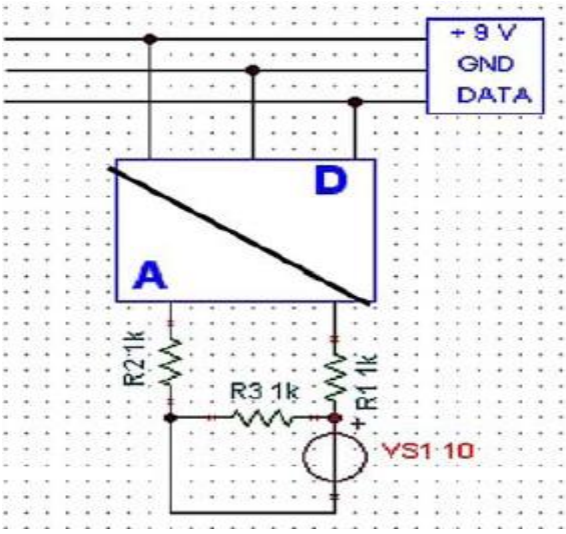


(2) وحدة ربط مداخل تناظرية الـ (ANALOG – INPUT) : -

- وهي وحدة مخصصة لاستقبال إشارة تناظرية وهي إشارة متغيرة القيمة تتغير قيمتها من قيمة صغرى إلى قيمة كبرى و لها عدة أشكال كالتالي : -
  - وحدات مداخل تناظرية تعمل بإشارة تيار ((0 - 20MA) و (4 - 20MA)) .
  - وحدات مداخل تناظرية تعمل بإشارة جهد ((0 - 1V) و (0 - 5V) و (0 - 10V)) .
  - وحدات مداخل تناظرية تعمل بمقاومة متغيرة ((0 - 100K)) .
- يتم اختيار موديلات ربط المداخل التناظرية تبعا لنوع المجسات الـ (TRANSDUCER) المستخدمة حيث تتواجد في ثلاث صور كالتالي : -
  - مجسات تيار وهي تعطي تيار يتراوح مابين ((0 - 20MA) و (4 - 20MA)) .
  - مجسات جهد وهي تعطي جهد يتراوح مابين ((0 - 1V) و (0 - 5V) و (0 - 10V)) .
  - مجسات غير فعالة وهي عبارة عن مقاومة متغيرة تتغير قيمتها تبعا لقيمة الكمية المقاسة وتعطي قيمة مقاومة تتراوح مابين ((0 - 100K)) .
- في حالة المداخل التناظرية فإن وحدة الربط تحتوي على الـ (ANALOG/DIGITAL-CONVERTER) وهو محول الغرض منه تحويل الإشارة التناظرية إلى إشارة رقمية لتناسب وحدة المعالجة المركزية الـ (CPU) .



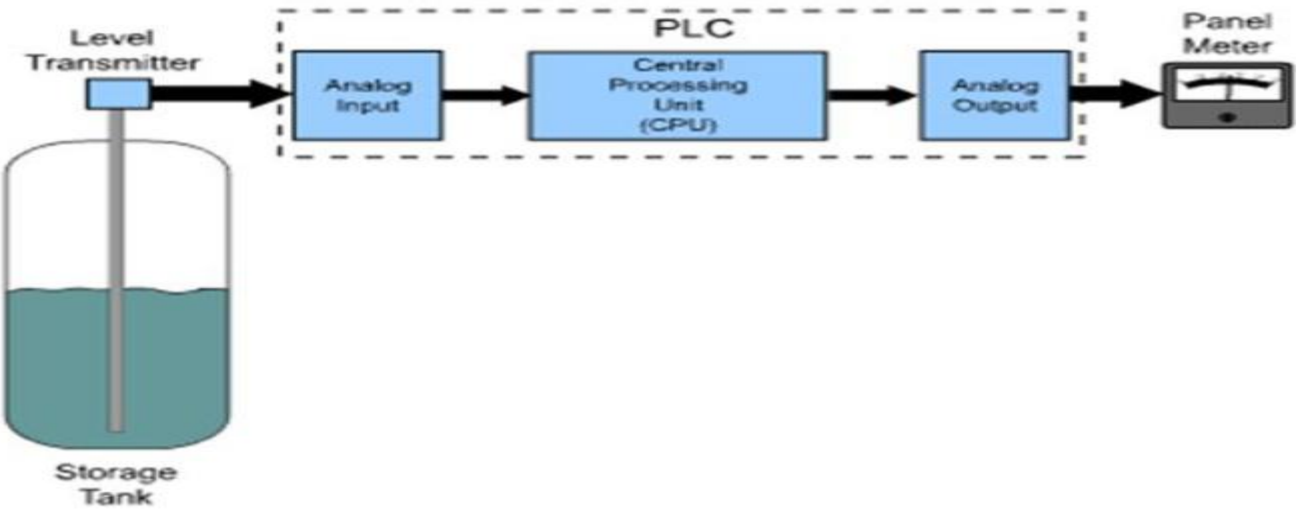
مجس مقاومة متغيرة



مجس جهد

- تحتوي لوحة توصيل وحدة الـ (PLC) على مفتاح ضبط الإشارة التناظرية (ANALOGE Adjustment) ويستخدم هذا المفتاح لادخال قيم وهمية للإشارة التناظرية من أجل اختبار البرنامج .
فمثلا لو كان البرنامج مصمم للتحكم في تشغيل مضخة ما عند ضغط (100 bar) فليس من المنطقي عند تجربة البرنامج للتأكد من صحته أن ننتظر حتى يصل الضغط لقيمة الـ (100 bar) ولكن باستخدام خاصية المفتاح الـ (ANALOGE Adjustment) يمكننا ضبط قيمة هذا المفتاح على قيمة الـ (99 bar) وندخل داخل الذاكرة ونعرف الـ (PLC) بما تم وفي هذه الحالة يعتبر الـ (PLC) ان دخل الوحدة اصبح الـ (99 bar) وبتشغيل البرنامج يعتبر الـ (PLC) التغيير القادم للضغط (100 bar) فيسهل على المستخدم تجريب واختبار البرنامج المصمم دون الحاجة لانتظار تحقيق شرط معين .

- **من أمثلة الاشارة التناظرية على سبيل المثال وليس الحصر (** السرعة – الحرارة – الوزن – الزاوية - الضغط **) .**

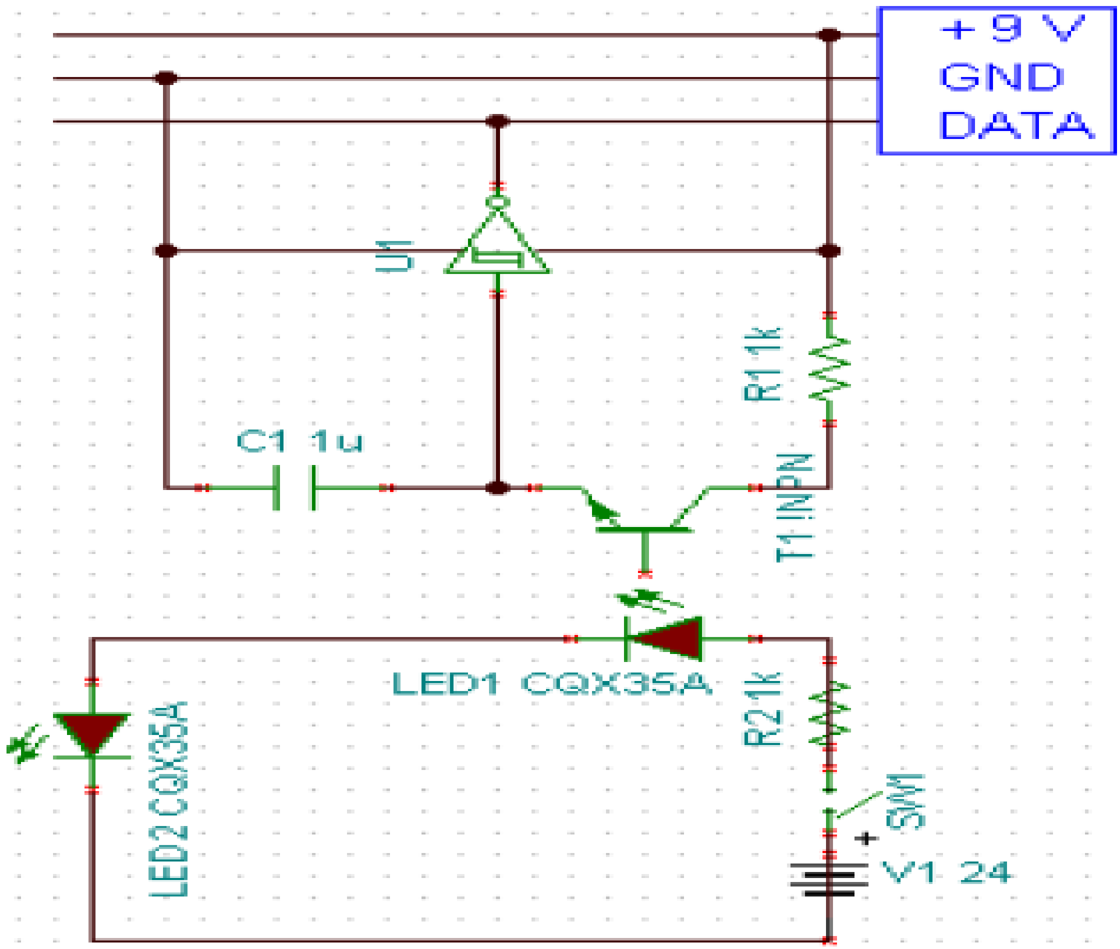


• المشاكل التي قد تحدث لوحدة ربط مداخل الـ (PLC) :-

- زيادة جهد المصدر المغذي للمداخل .
- انخفاض جهد المصدر المغذي للمداخل .

- **حماية وحدة ربط المداخل** الـ (INPUT PROTECTION) :-

  - نظرا لوجود ربط كهربائي بين وحدة ربط المداخل الـ (INPUT MODULES) ووحدة المعالجة المركزية الـ (CPU) يتم وضع حماية عند وحدة ربط المداخل لحماية وحدة الـ (CPU) من التلف المحتمل عند زيادة الجهد على المداخل والذي يسبب زيادة التيار المنتقل لوحدة الـ (CPU) وتتم الحماية باستخدام خاصية العزل الغير مرئي الـ (OPTICAL COUPLER) وهي حماية داخلية (داخل وحدة الـ PLC نفسه) وفكرته كالتالي : -



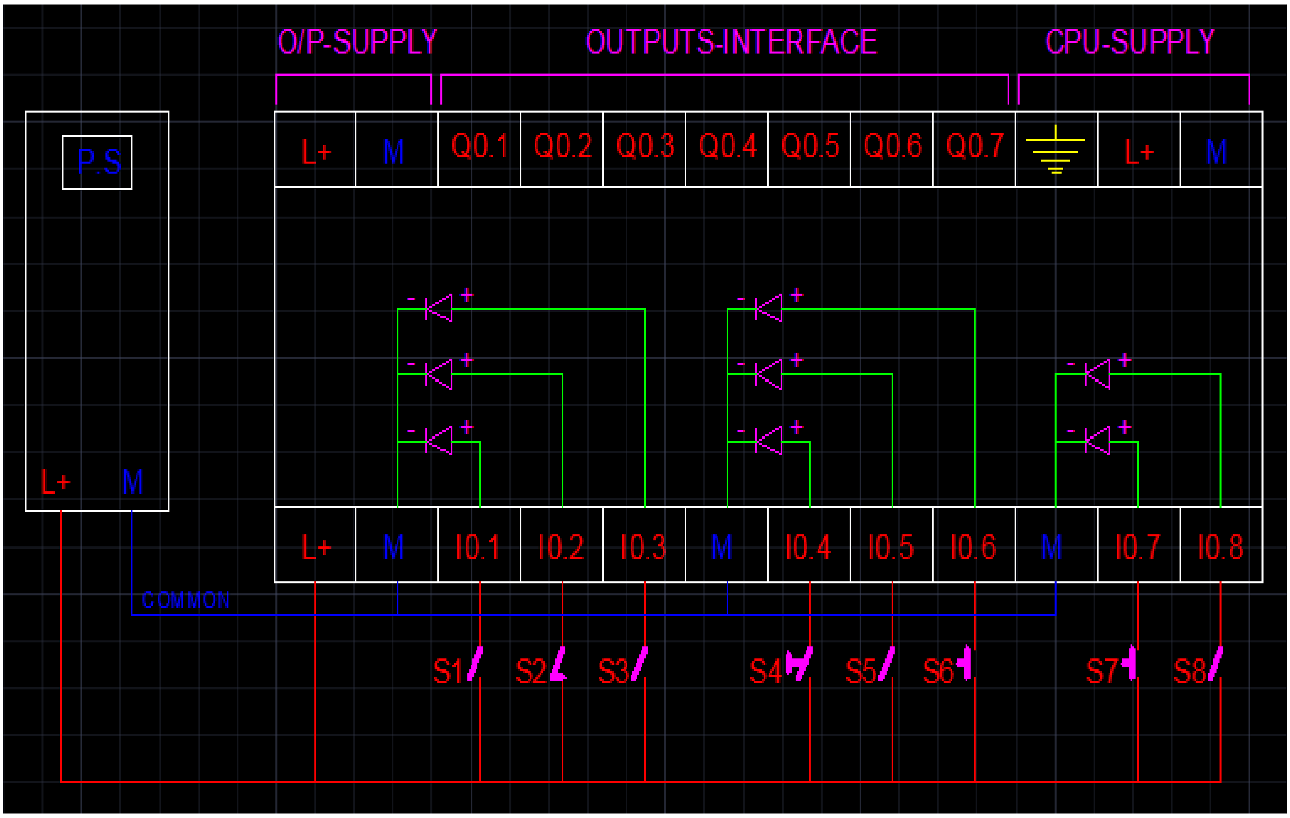
  - عند غلق المدخل الخارجي (SW1) لوحدة الـ (PLC) يضيء الدايود الضوئي (LED2) ليبين حالة المدخل كذلك الدايود الضوئي (LED1) يقوم بتحويل الكهرباء لضوء فيتحول الترانزستور الضوئي (T1) لحالة الوصل حيث يقوم بتحويل الضوء لنبضة كهربائية عالية حيث تصل لوحدة الـ (CPU) عبر بوابة النفي (U1) .
  - عندما يزداد قيمة مصدر الجهد المغذي لوحدة ربط المداخل فإن هذه الزيادة تؤدي لتلف دايود الحماية فقط دون ان يصل هذا التأثير لوحدة الـ (CPU) ويمكن اصلاح هذا التلف بالرجوع للشركة المصنعة نظراً لصعوبة التعامل مع الكروت الداخلية لوحدة الـ (PLC) .

- الحماية السابقة لوحدة ربط المداخل ليست من الضروري ان تصل بنسبة الحماية لـ (100 %) ولكن أحيانا تتلف وحدة الـ (CPU) نتيجة لزيادة الجهد على مداخل الوحدة دون سبب فني معلوم
- زيادة جهد المداخل يؤدي لزيادة قيمة التيار المسحوب داخل وحدة الـ (PLC) ويسبب تلفه .
- انخفاض قيمة جهد المداخل يجعل الـ (PLC) يتعامل مع المداخل كأنها نقاط مفتوحة .

❖ أنواع العزل الغير مرئي لوحدة ربط المداخل في وحدة الـ (PLC) : -

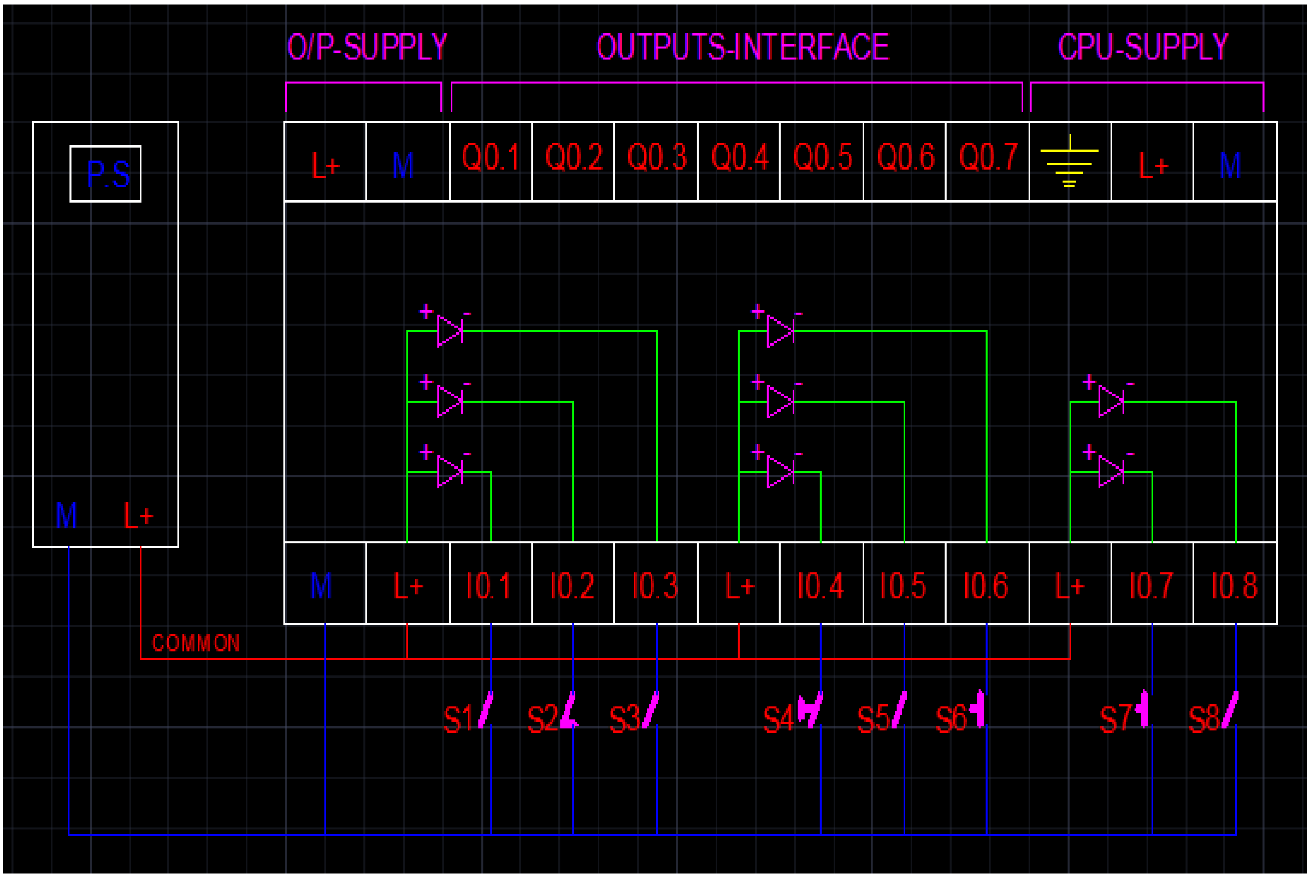
(1) عزل غير مرئي من نوع الـ (PNP – TYPE) : -

- إذا تم توصيل المداخل الخارجية لوحدة الـ (PLC) على الطرف الموجب للدايود الضوئي الداخلي يكون نوع العزل الغير مرئي من النوع (PNP) .
- يتم معرفة نوع عزل المداخل من النوع (PNP) اذا كان الطرف المشترك الـ (COMMON) لوحدة ربط المداخل هو الطرف السالب (M) فيتم توصيل المداخل الخارجية على الطرف الموجب (L+) كما هو واضح بالشكل التالي : -



(2) عزل غير مرئي من نوع الـ (NPN – TYPE) : -

- إذا تم توصيل المدخل الخارجي المفتاح الـ (SW) لوحدة الـ (PLC) على الطرف السالب للدايود الضوئي يكون نوع العزل الغير مرئي من النوع (NPN) .
- يتم معرفة نوع عزل المداخل من النوع (NPN) اذا كان الطرف المشترك الـ (COMMON) لوحدة ربط المداخل هو الطرف الموجب (L+) فيتم توصيل المداخل الخارجية على الطرف السالب (M) كما هو واضح بالشكل التالي : -



- قبل توصيل المداخل الخارجية الـ (مفاتيح – حساسات – مجسات - ......) لوحدة الـ (PLC) لابد أولاً من تحديد نوع وحدة ربط المداخل لوحدة الـ (PLC) هل هي من النوع الـ (PNP) أم من النوع الـ (NPN) ويتم معرفة ذلك سواء من المعلومات الفنية المكتوبه على الوحدة نفسها أو من الكتالوج المرفق والخاص بالوحدة أو من الفحص الظاهري للوحدة بمعرفة نوع الطرف المشترك لوحدة ربط المداخل كما تم ايضاحه بالرسومات السابقة .

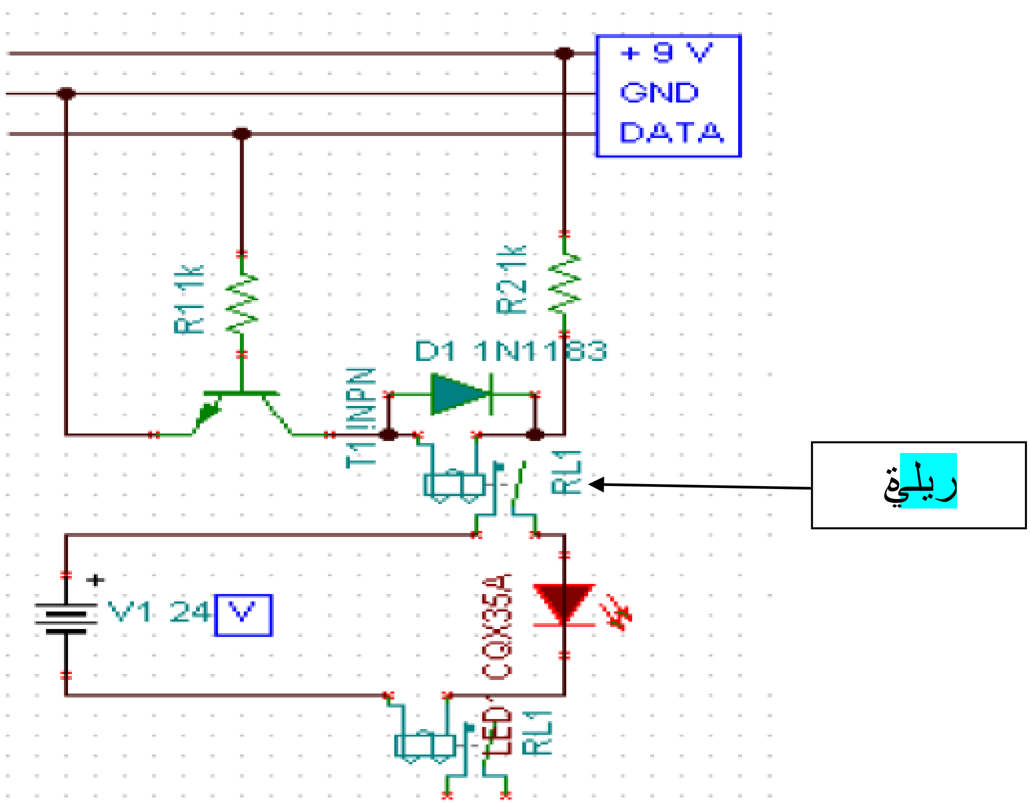
(2) وحدة ربط المخارج الـ (OUTPUT MODULES) :-

- عبارة عن مجموعة من الـ (SLOTS) مخصص بعضها لربط مصدر تغذية المخارج والباقي لتوصيل المخارج الخارجية مثل الـ (RELAYS , VALVE , LAMPS , METER) وهي وحدات تقوم باخراج الإشارات الكهربائية المطلوب اخراجها من قبل وحدة المعالجة المركزية الـ (CPU) للحمل المتصل بوحدة الـ (PLC) .
- كل (SLOT) له عنوان (رقم) بذاكرة الوحدة ليسهل التعرف عليه ويأخذ الرمز الـ (Q) .
- وفقا للبرنامج المخزن بذاكرة وحدة الـ (CPU) ونتيجة لتغيير حالة المداخل فإن وحدة الـ (CPU) تعطي إشارة لوحدة الخرج فتقوم باخراج جهد على المخرج المطلوب لتغيير حالة الحمل المتصل .
- تستخدم وحدة تغذية المخارج في تغذية الوحدات الصلبة المتصلة على خرج وحدة الـ (PLC) .

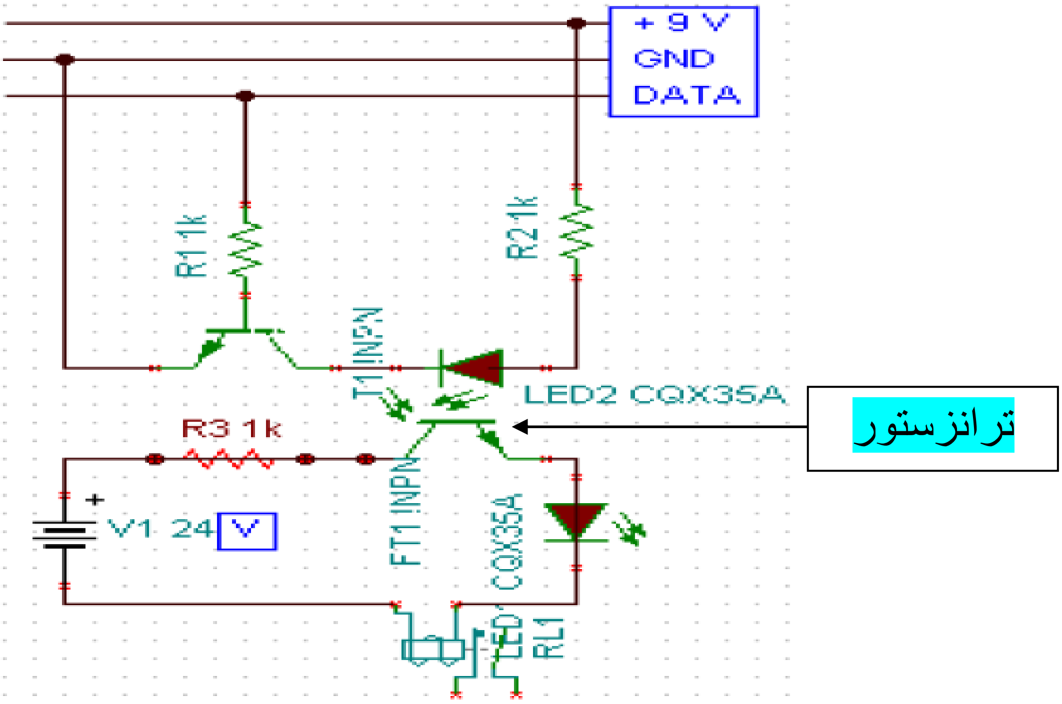
- **أنواع وحدات ربط المخارج لوحدة الـ (PLC) :-**

(1) وحدة ربط المخارج الرقمية (DIGITAL OUTPUT INTERFACE) : -

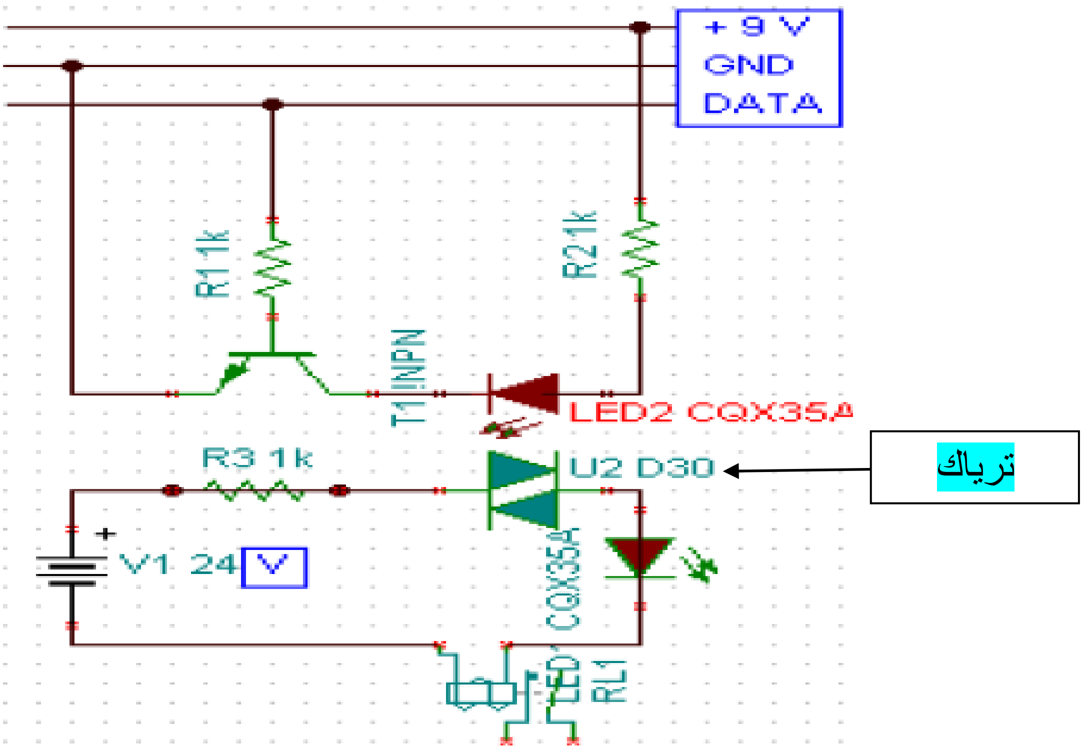
- خرج وحدة ربط المخارج قد يكون على شكل ريلية ويستخدم عند عدم الحاجة لسرعات عالية عند (الوصل / الفصل) مع أجهزة المخارج والتي تحتاج إلى تيارات عالية او منخفضة .



○ خرج وحدة ربط المخارج قد يكون على شكل ترانزستور ويستخدم عندما يكون عدد مرات الـ (الوصل / الفصل) المطلوبة في الثانية كبير .

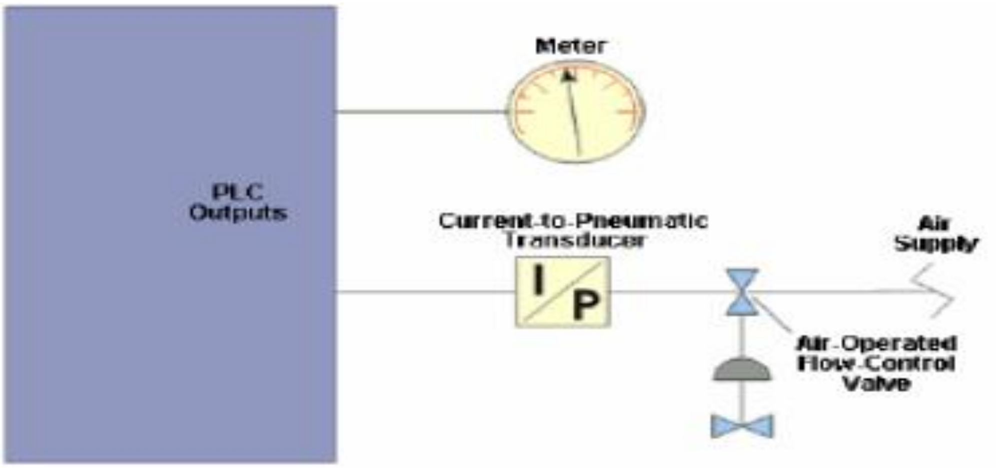


○ خرج وحدة ربط المخارج قد يكون على شكل ترياك ويستخدم مع أجهزة التحكم في القدرة والتي تحتاج إلى قدرات كبيرة نسبياً في تشغيلها كذلك عندما يتطلب التشغيل سرعة في عملية الـ (الوصل / الفصل) .

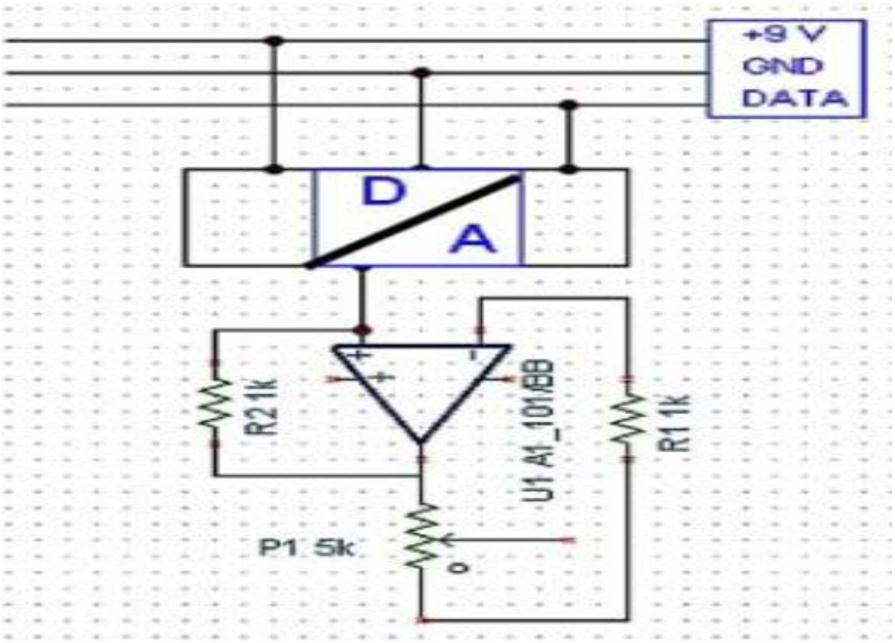


(2) وحدة ربط المخارج التناظرية الـ (ANALOG OUTPUT INTERFACE) : -

- **يوجد نوعان من وحدات ربط المخارج التناظرية كالتالي : -**
  - وحدة ربط مخارج تناظرية لها تيار خرج يتراوح مابين الـ (4 - 20 ma) .
  - وحدة ربط مخارج تناظرية لها جهد خرج يتراوح مابين الـ (0 - 10v) .

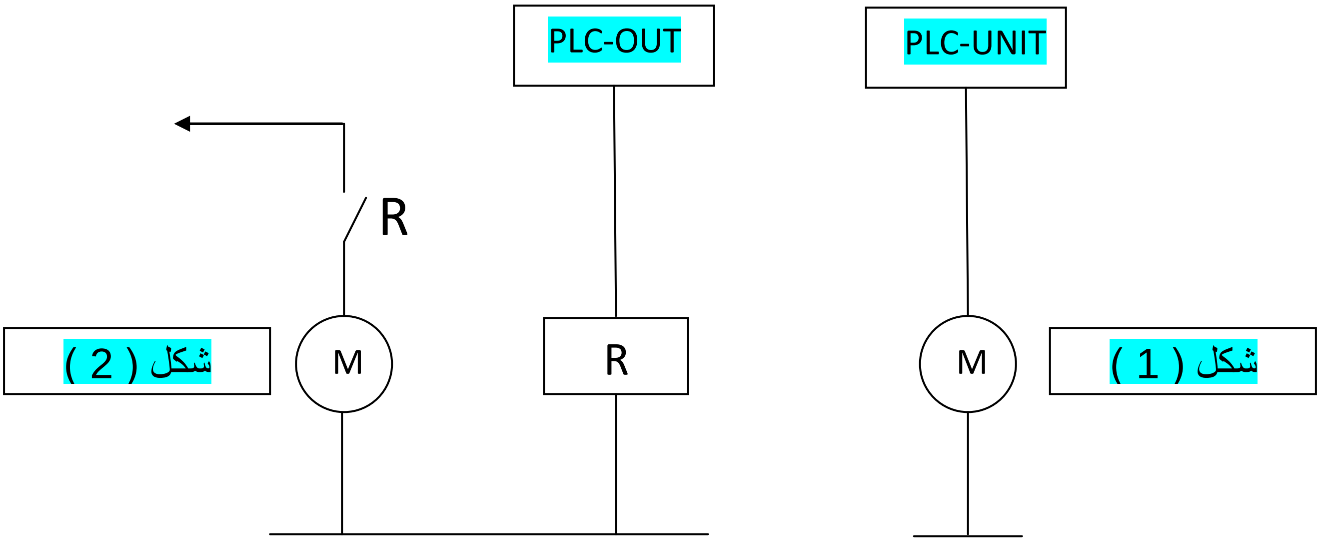


- يتم اختيار موديلات وحدة ربط المخارج التناظرية تبعا لنوع أجهزة المخارج التناظرية المستخدمة مع الأحمال الـ (LOADS) .
- وحدة ربط المخارج التناظرية تحتوي على وحدة الـ (DIGITAL / Analog-CONVERTER) وهو محول الغرض منه تحويل الإشارة الرقمية الخارجة من وحدة المعالجة المركزية الـ (CPU) إلى إشارة تناظرية تناسب الحمل التناظري المتصل بوحدة الـ (PLC) .



- **حماية وحدة ربط المخارج** الـ (OUTPUT PROTECTION) :-

  - نظرا لوجود ربط كهربائي بين وحدة المعالجة المركزية الـ (CPU) ووحدة ربط المخارج الـ (OUTPUT MODULES) يتم وضع حماية عند وحدة ربط المخارج لحماية وحدة الـ (CPU) من التلف المحتمل عن زيادة تيار الحمل لكن هذه الحماية تكون خارجية أي (خارج وحدة الـ PLC) وليست داخلية كما هو الحال فى حماية وحدة ربط المداخل ويتم ذلك عن طريق استخدام الـ (INTERFACE RELAYS) حيث يتم توصيل جميع الـ (OUTPUT SLOT) لمخارج وحدة الـ (PLC) على (RELAYS) وتستخدم نقاط الـ (RELAYS) لتشغيل الأحمال المتصلة بالوحدة كما هو واضح بالشكل التالي : -



  - الشكل رقم (1) تم توصيل دائرة تشغيل المحرك (M) مباشرةً على خرج وحدة الـ (PLC) والمحرك متطابق المواصفات الكهربائية مع الوحدة لكن في حالة زيادة حمل المحرك لأي سبب ما فإن التيار المسحوب من الوحدة قد يزداد لقيمة أعلى من قيمة تيار الوحدة و بالتالي سيؤدي هذا لتلف الوحدة .
  - الشكل رقم (2) تم توصيل خرج وحدة الـ (PLC) على ريلية حماية و تم استخدام النقاط المساعدة للريلية لتشغيل دوائر تحكم المحرك و في حالة زيادة حمل المحرك لأي سبب ما فإن التيار المسحوب من الوحدة قد يزداد لقيمة أعلى من قيمة تيار الوحدة ولكن قبل أن يؤثر ذلك على الوحدة فإن الريلية يتلف اولاً قبل وصول تأثير زيادة هذا الحمل لوحدة الـ (PLC) .

- **المشاكل التي قد تحدث لوحدة ربط مخارج** الـ (PLC) :-

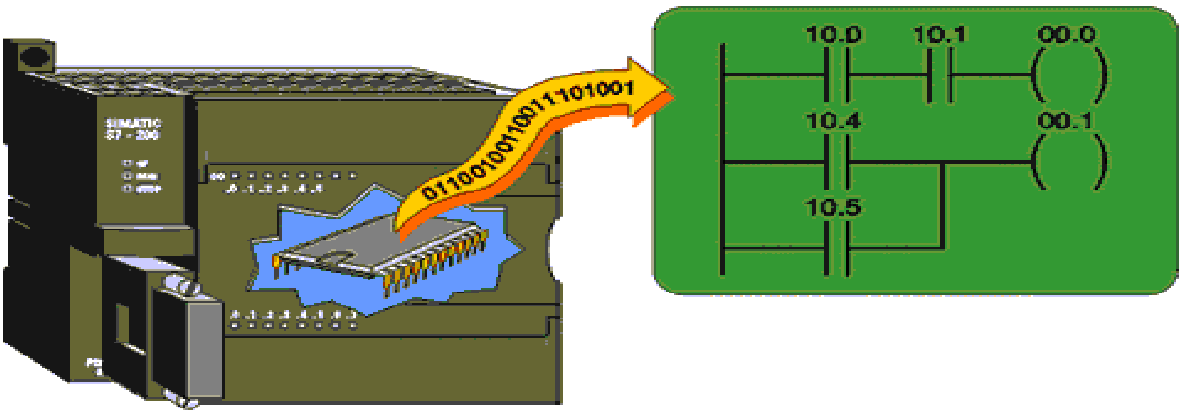
  - زيادة تيار الحمل (OVER CURRENT) نتيجة لتحميل زائد (OVERLOAD) .
  - ادخال تيار خارجي على وحدة ربط المخارج .

(3) وحدة المعالجة المركزية الـ (CPU) :-

❖ **وحدة المعالجة المركزية الـ (CPU) عبارة عن شريحة إلكترونية صغيرة تثبت على اللوحة الأم لوحدة الـ (PLC) كوحدة مستقلة و تكون بمثابة العقل لهذه الوحدة .**

- أهم المكونات الداخلية لوحدة المعالجة المركزية الـ (CPU) :-

  - **المعالج الدقيق الـ (MICROPROCESSOR) .**



- **ذاكرة المصنع الـ (ROM)** تحوي على برامج تشغيل المصنع الـ (OPERATION SYSTEM) وهي ذاكرة كتابة فقط لا يمكن كتابة أي بيانات بداخلها مطلقا وتخزن البيانات والبرامج داخلها بمعرفة الشركة المصنعة لوحدات الـ (PLC) وتستخدم لحماية البيانات والبرامج المخزنة داخلها فهي ذاكرة دائمة لا تفقد محتواها عند غياب مصدر الكهرباء المغذي و يوجد منها نوعان كالتالي : -

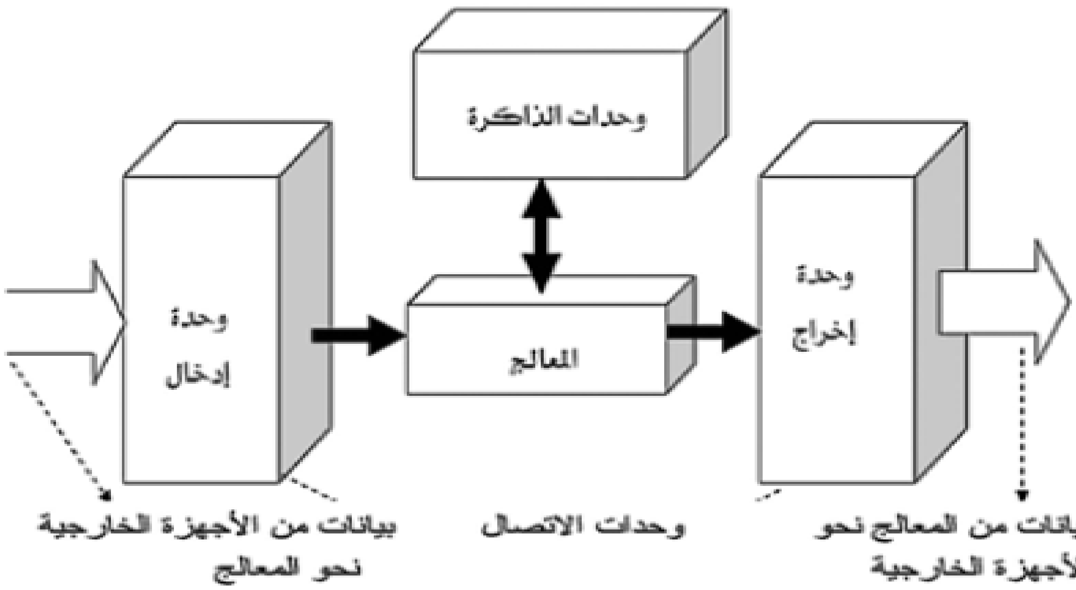
(1) ذاكرة الـ (EPROM) وهي ذاكرة للقراءة فقط لكن يمكن مسح محتواها عن طريق تعرضها لأشعة فوق بنفسجية لتصبح جاهزة لاستقبال بيانات جديدة بواسطة كاتب بيانات خاص بها .

(2) ذاكرة الـ (EEPROM) وهي ذاكرة للقراءة فقط لكن يمكن مسح محتواها عن طريق وضعها على الاختيار (UNPROTECTED MODE) صيغة عدم الحماية ومن ثم ادخال بيانات جديدة لها وعملية المسح هذه وإعادة البرمجة تكون إليكترونياً .

- **ذاكرة المستخدم الـ (RAM)** تحوي على برنامج التشغيل وهي ذاكرة عشوائية يمكن تخزين البيانات فيها مباشرةً من أي عنوان (Address) كما انه يمكن كتابة وقراءة البيانات من هذه الذاكرة لذلك يفضل المبرمج دائماً وضع كلمة سر (PASSWORD) لهذه الذاكرة لحمايتها من العبث ونظراً لكونها ذاكرة مؤقتة أي يمكن ان تفقد محتواها بغياب المصدر الكهربائي المغذي فإنه يتم إضافة بطارية داخلية لتوفير مصدر كهربائي مستمر لها .

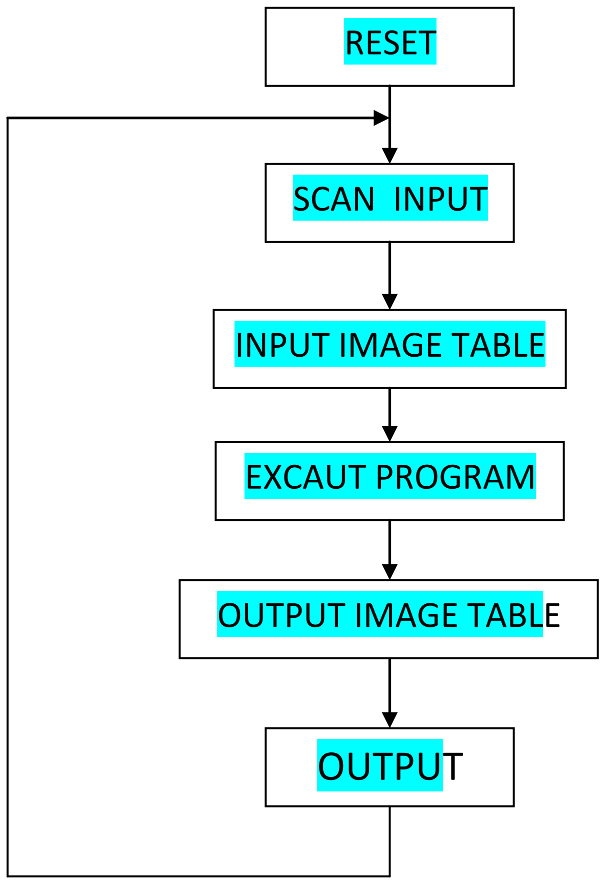
- **وظيفة وحدة المعالجة المركزية الـ (CPU) :-**

  - تقوم وحدة المعالجة المركزية (CPU) بتنفيذ برنامج المستخدم حيث تقوم بمراقبة و استقبال البيانات من وحدة الدخل حيث تأخذ صورة منها وتضعها في المساحة المخصصة لها في الذاكرة (RAM) اخذاً في الاعتبار (المداخل السريعة والقيم الجارية للمؤقتات الزمنية والعدادات وحالة الذاكرة الداخلية) ثم يقوم بمعالجة هذه البيانات و من ثم إعطاء أوامر تشغيل المخارج والتي تستقر في المساحة المخصصة لها في الذاكرة الداخلية الـ (RAM) ثم ارسال النتائج بعد ذلك عن طريق وحدة ربط المخارج إلى أجهزة المخارج المتصلة بوحدة الـ (PLC) .



  - أهم ما يميز المعالج الـ (CPU) هو سرعته العالية في إنجاز المهام المختلفة حيث تتراوح سرعته مابين الـ (400-1000 MHZ) كذلك يتميز بسعة ذاكرة عالية .
  - البيانات فى ذاكرة وحدات الـ (PLC) تتعامل بالنظام الثنائي الـ (BINARY SYSTEM) وهو نظام العد الـ (0 , 1) حيث يأخذ المسميات التالية : -
    - يطلق على الرقم الواحد بالمسمى (bIT) .
    - كل (8bit) تعادل (byte) .
    - كل (16bIT) تعادل (word)
    - كل (32bIT) تعادل (DOUBLE WORD)..........(سيتم شرح العنونة بالتفصيل لاحقاً)

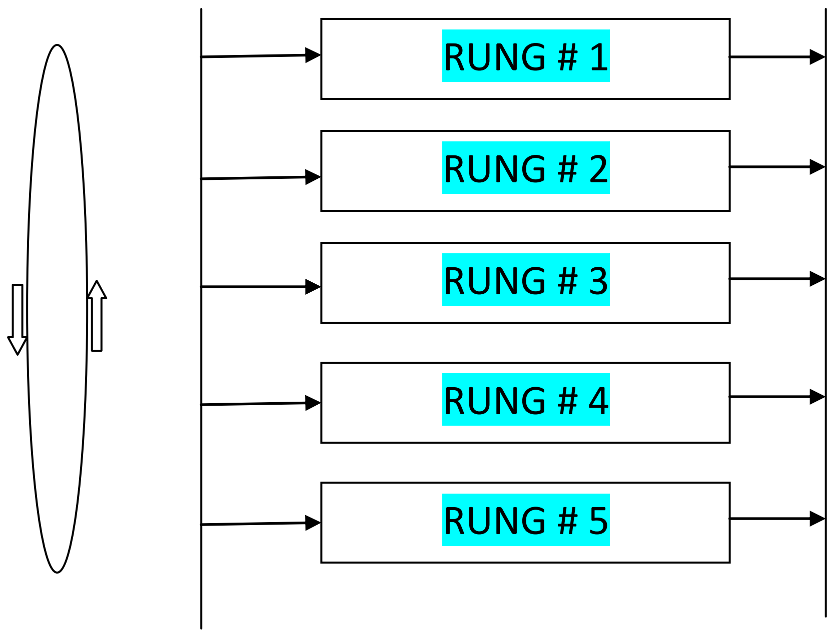
❖ خطوات تنفيذ البرنامج داخل وحدة الـ (PLC) :-



- يقرأ الـ (PLC) الـ (INPUT MODULES) المداخل كلها ويضعها في الـ (INPUT IMAGE TABLE) وهي عبارة عن جزء مخصص في ذاكرة الوحدة الـ (RAM) لتخزين حالة المداخل ثم بعد ذلك يقوم بمعالجتها وتنفيذ أوامر البرنامج عن طريق تنفيذ كل أمر باستخدام هذه المداخل الـ (INPUT MODULES) المخزنة بذاكرته ومن ثم يضع النتائج (الخرج) المطلوب تنفيذه في الـ (OUTPUT IMAGE TABLE) وهي عبارة عن جزء مخصص في ذاكرة الوحدة الـ (RAM) لتخزين خرج تنفيذ الأوامر ثم بعد ذلك يخرج هذا الخرج الـ (OUTPUTS) لوحدة ربط المخارج الـ (OUTPUT MODULES) لتصل إلى الأحمال المتصلة بوحدة الـ (PLC) ومن ثم تعاد الدورة مرة ثانية ويتوقف زمن تنفيذ البرنامج على سرعة وحدة المعالجة المركزية الـ (CPU) .

❖ زمن تنفيذ البرنامج داخل وحدة الـ (PLC) :-

- يقسم البرنامج داخل ذاكرة وحدة الـ (PLC) إلى مجموعة من الـ (NETWORK) أو الـ (RUNGS) حيث يقوم الـ (CPU) بقراءة هذه الـ (RUNGS) من أعلى لأسفل بصفة دورية وتكون أولوية تنفيذ أوامر البرنامج أيضا من أعلى لأسفل ويطلق على الزمن الذي استغرقه الـ (CPU) لقراءة أحد الـ (RUNGS) والعودة لها مرة ثانية بالـ (CYCLE TIME) وهو زمن حركة فقط بمعنى انه عندما يبدأ الـ (CPU) بقراءة الـ (RUNG) رقم (1) ثم قراءة باقي الـ (RUNGS) وعاد مرة ثانية للـ (RUNG) رقم (1) يطلق على هذا الزمن بزمن الـ (CYCLE TIME) ويقدر هذا الزمن بـ (0.3 ms) وقد يزداد أو يقل وفقا للبرنامج ويقاس بوحدة الـ (rungs/sec) .



- تحدثنا من قبل ان الـ (CPU) يقوم بقراءة الـ (INPUTS) ويأخذ منها صورة (PII) ثم ينظر للبرنامج ثم يعطي صورة للخرج (PIO) فقد يظل الخرج كما هو أو قد يحدث له تعديل (UPDATE) وفقا لحالة المداخل فيطلق على الزمن الذي استغرقه الـ (CPU) لعمل السابق بزمن الـ (SCAN TIME) وهو زمن قراءة ويقدر بـ (3000 TIME / SEC) وقد يزداد أو يقل وفقا للبرنامج ووحدة قياسه الـ (KBPS) .

- SCAN TIME = CYCLE TIME (sec)X PROGRAM SIZE (KBYTE)

• أنواع وحدة المعالجة المركزية الـ (CPU) من حيث التغذية :-

❖ تحدثنا من قبل ان وحدة ربط المداخل لها تغذية مستقلة خاصة بها كذلك وحدة ربط المخارج ووحدة المعالجة المركزية لكل منها تغذيتها الخاصة فكيف يمكننا تحديد نوعية هذه التغذية لأي وحدة (PLC) .

(1) **بمعرفة قراءة رموز التغذية المكتوبة على لوحة بيانات / كتالوج وحدة الـ (PLC) هكذا** : -

- (النوع الأول)..........................(DC / DC / DC)
- (النوع الثاني)..........................(AC / DC / RLY)

- **أول حرفان من اليسار** .... يبينان نوع جهد تغذية وحدة المعالجة المركزية (CPU) .
- **الحرفان في الوسط** .... يبينان نوع جهد تغذية وحدة ربط المداخل .
- **أول حرفان من اليمين** .... يبينان نوع جهد تغذية وحدة ربط المخارج .

❖ ففي النوع الأول : -

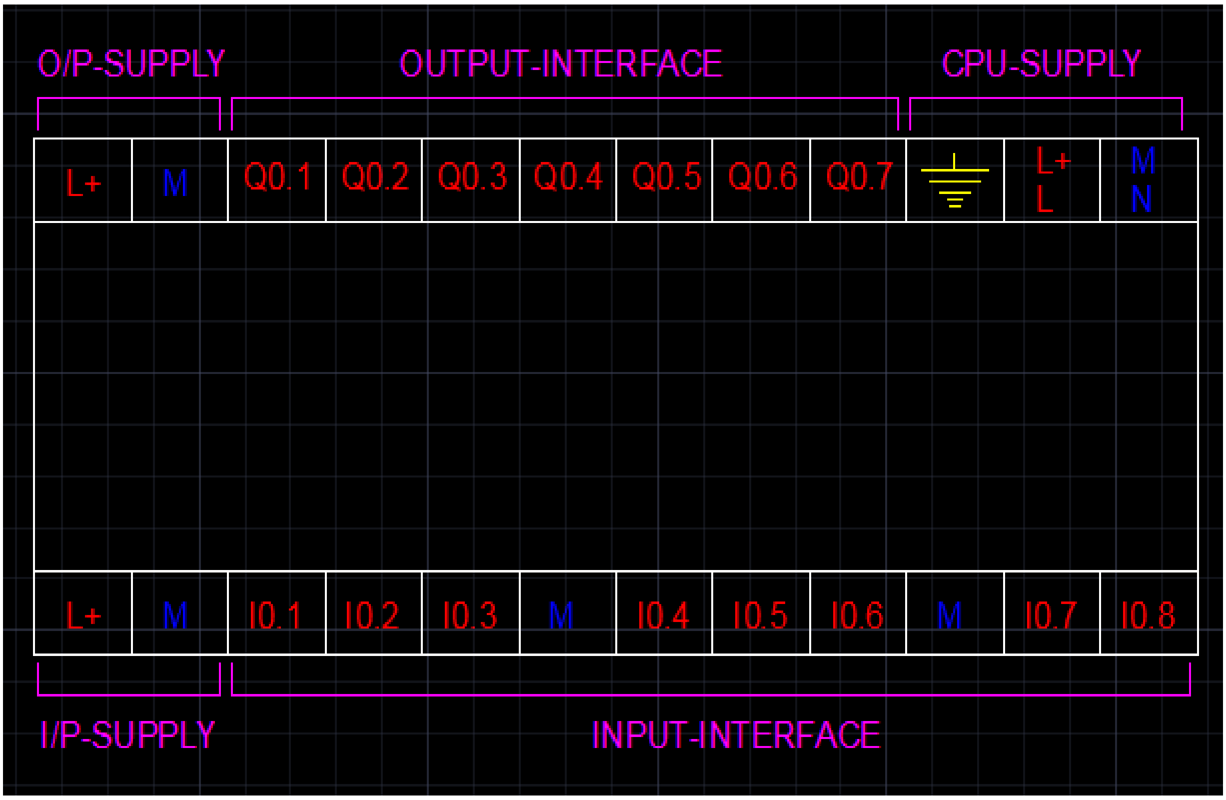
- تغذية الـ (CPU) .... تغذى بجهد مستمر (DC) .
- تغذية وحدة ربط المداخل .... تغذى بجهد مستمر (DC) .
- تغذية وحدة ربط المخارج .... تغذى بجهد مستمر (DC) .

❖ ففي النوع الثاني : -

- تغذية الـ (CPU) .... تغذى بجهد متردد (AC) .
- تغذية وحدة ربط المداخل .... تغذى بجهد مستمر (DC) .
- تغذية وحدة ربط المخارج .... يمكن ان تغذى بأي من الجهدين (DC / AC) .

(2) بمعرفة أماكن التغذية لكل وحدة على لوحة التوصيل الخاصة بوحدة الـ (PLC) هكذا : -

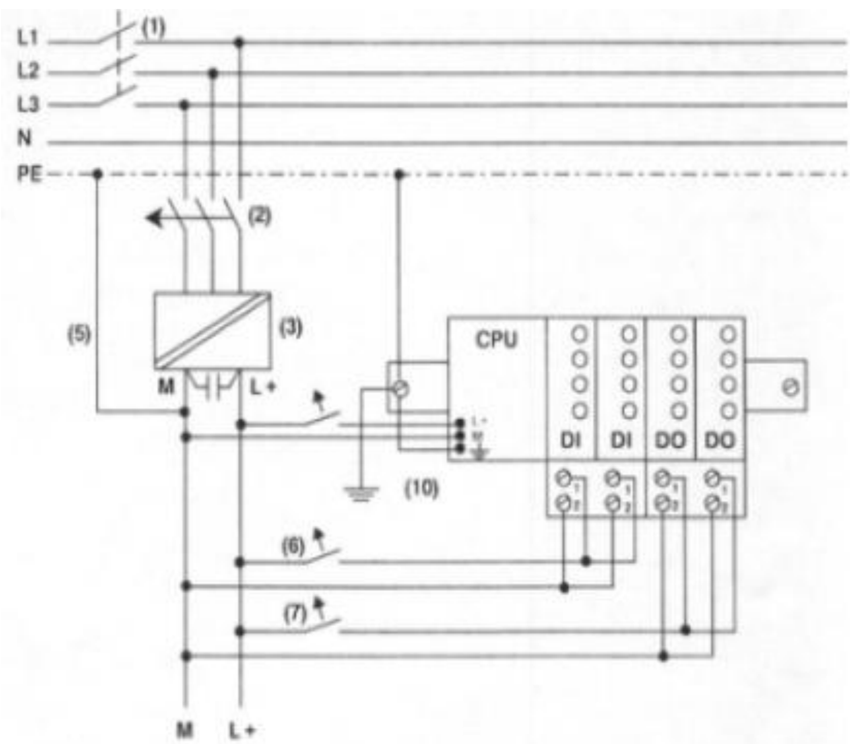
- يتم معرفة مكان تغذية وحدة المعالجة المركزية في دوائر توصيل وحدات الـ (PLC) بوجود مكان لتوصيلة الأرضي بجوار توصيل الطرف المتعادل (M / N) والطرف الحي (L+ / L) .
- يعرف مكان تغذية وحدة ربط المداخل بوجودها في نفس مكان توصيل المداخل على وحدة ربط المداخل .
- يعرف مكان تغذية وحدة ربط المخارج بوجودها في نفس مكان توصيل المخارج على وحدة ربط المخارج

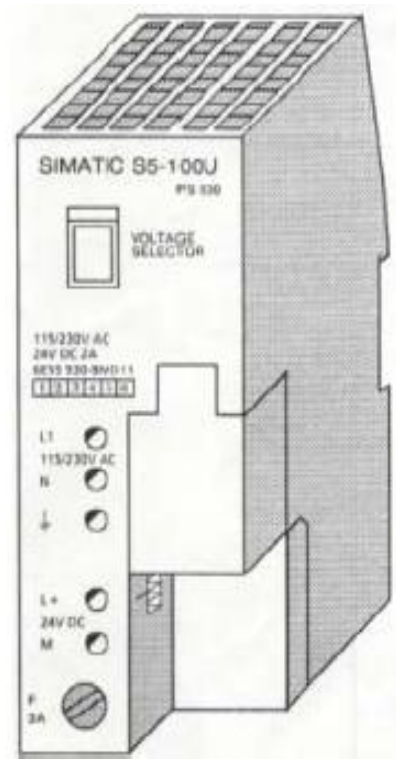


- لابد من تحديد أماكن تغذية وحدات وحدة الـ (PLC) ... (تغذية وحدة ربط المداخل – تغذية وحدة ربط المخارج – تغذية وحدة المعالجة المركزية) بدقة ومعرفة نوع الجهد المغذي لكل وحدة وأعلم ان أي خطأ قد ينشأ لجهلك بنوع الجهد المغذي لهذه الوحدات سيؤدي لتلف وحدة الـ (PLC) .
- تغذية وحدة ربط المداخل دائما بجهد مستمر بطرفين (M,L+) .
- تغذية وحدة المعالجة المركزية قد تكون بجهد مستمر بطرفين (M,L+) أو جهد متردد بطرفين (N,L) .
- تغذية وحدة ربط المخارج قد تأخذ احدى الشكلين كالتالي : -
  - قد تغذى بجهد مستمر بطرفين (M,L+) فقط .
  - قد تغذى عن طريق ريلية (RLY) أي في هذه الحالة يمكن ان تكون تغذية الوحدة بجهد مستمر بطرفين (M,L+) أو جهد متردد بطرفين (N,L) لان الدخل يكون (FREE CONTACT) .

(4) وحدة مصدر القدرة الكهربائية الـ (POWER SUPPLY) : -

- ❖ وهي الوحدة التي تغذي جميع الوحدات والدوائر في جهاز التحكم المبرمج الـ (PLC) .
- ❖ تستخدم في تغذية وحدة المعالجة المركزية الـ (CPU) .
- ❖ تستخدم في تغذية المداخل (المفاتيح – الحساسات – المجسات) المتصلة بوحدة ربط المداخل .
- ❖ تستخدم في تغذية المخارج (ريلية – ملفات – لمبات بيان) المتصلة بوحدة ربط المخارج .
- ○ أي عطل أو خلل في قيمة الجهد الخارج من وحدة مصدر القدرة الكهربائية الـ (PS) سيؤدي إلى عطل المكونات والوحدات وكذلك سيؤدي لخلل في أداء وظائفها .

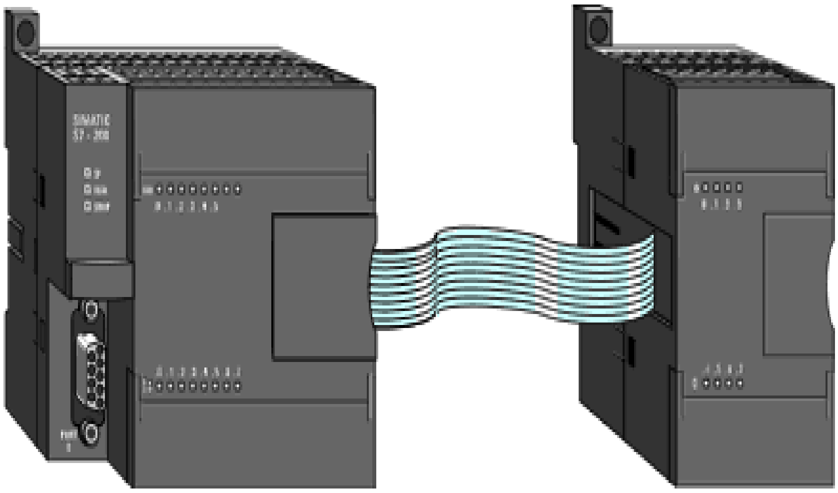




- ○ يوجد خرج (24v - dc) مستقل في لوحة توصيل الـ (PLC) بجوار الـ (INPUT INTERFACE) ويسمى هذا الخرج بالـ (SENSOR SUPPLY) وهو يعطي خرج (24v-dc) مستقل وصمم هذا الخرج ليستخدم لتغذية المداخل المتصلة بوحدة الـ (PLC) وهو مصدر جهد بأمبير أقل أي لا يستخدم نهائيا لأي أغراض تغذية أخرى ويفضل عدم استخدامه نهائيا حتى في تغذية وحدة ربط المداخل لان أي عطل قد ينشأ عن زيادة في سحب التيار سيؤدي لتلف وحدة الـ (PLC) لذا يفضل دائما استخدام مصدر جهد خارجي .

(5) مخرج إضافة وحدات ربط مداخل / مخارج الـ (EXPENSION PORT) :

❖ تحتوي لوحة التوصيلات الخارجية لوحدة الـ (PLC) على مخرج (PORT) يستخدم في حالة الحاجة لإضافة وحدة ربط مداخل أو وحدة ربط مخارج إضافية للوحدة .



(6) مخرج اتصالات الـ (COMMUNCATION PORT) : -

❖ تحتوي لوحة التوصيلات الخارجية لوحدة الـ (PLC) على مخرج (COMMUNCATION PORT) يستخدم لربط وحدة الـ (PLC) بالأجهزة الخارجية مثل (جهاز البرمجة – شاشات العرض) حيث يستخدم لنقل البيانات سواء من وحدة الـ (PLC) للأجهزة الملحقة أو العكس .

❖ يتم الربط بين وحدة الـ (PLC) والأجهزة الخارجية عبر مخرج الاتصالات باستخدام نوعيات معينة من الكابلات مصممة خصيصا لهذا الغرض .... (سيتم شرح أنواع كابلات الاتصالات بالفقرة اللاحقة) .

❖ بعض الأجهزة تحتوي على مخرج واحد وهناك أجهزة حديثة تحتوي على مخرجين حتى يمكن ربط وحدة الـ (PLC) بعدد أكثر من الأجهزة الخارجية .

(7) مفتاح تحديد حالة وحدة الـ (PLC) الـ (PLC-MODE SWITCH) :-

- وهو عبارة عن وحدة تحتوي على مجموعة من الـ (DIP SWITCH) تستخدم لتحديد الحالة التي يجب ان تكون عليها وحدة الـ (PLC) ويتم ضبطها بمعرفة المستخدم باستخدام مفتاح خاص بالوحدة صمم خصيصا لهذه الوحدة ولا يستطيع أي فرد تغيير حالة الوحدة بدون هذا المفتاح فهو كحماية للوحدة .

❖ حالات وحدة الـ (PLC) :-

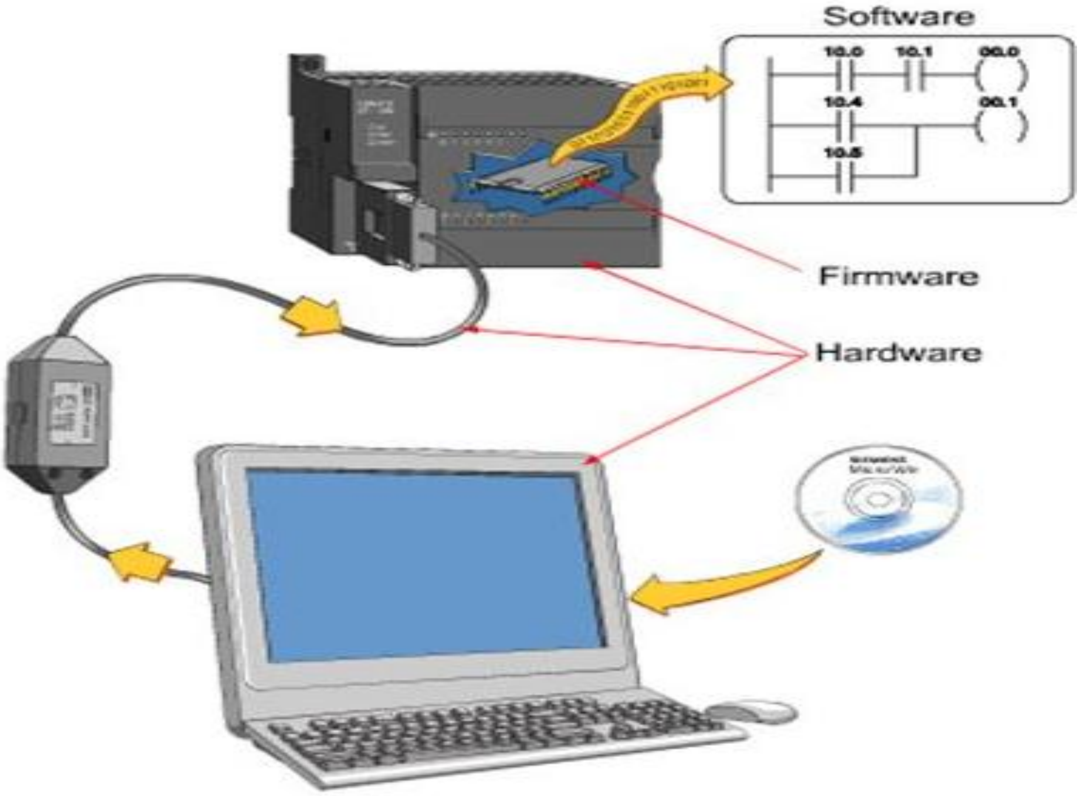
- (RUN-MODE) الوحدة في حالة تشغيل (يمكن أيضاً التحكم عن طريق الكمبيوتر) .
- (STOP-MODE) الوحدة في حالة توقف .
- (TERM-MODE) أي ان التحكم في الوحدة لعمل الـ (RUN/STOP) يكون عن طريق الجهاز الخارجي للبرمجة (الكمبيوتر) أي عند انقطاع التيار وعودته لابد إعطاء أمر تشغيل عن طريق الحاسب .... (TERM اختصار لكلمة TERMINAL) .
- (MERS-MODE) يستخدم لعمل مسح (MEMORY REST) للذاكرة الداخلية للوحدة الـ (RAM) وهو عبارة عن مفتاح بسوستة يتم الضغط عليه بصفة مستمرة لإتمام عملية المسح ويدل على ذلك وجود لمبة بيان توضح مسح البرنامج .
  - بعض وحدات الـ (PLC) تحتوي على مكان لوضع ذاكرة خارجية أو نفس المكان لوضع بطارية خارجية وهذا في حالة احتواء الوحدة من الداخل على ذاكرة الـ (RAM) .
  - الوحدات الحديثة من الـ (PLC) تحتوي على مكانين (مكان لبطارية) و (مكان لذاكرة) وفي هذه النوعيات لا توجد ذاكرة داخلية للوحدة .
  - كل حالة من حالات الوحدة لها لمبات بيان تظهر حالة الوحدة بصورة مرئية للمستخدم هكذا :-

- (RUN-LAMP) .... لمبة بيان توضح ان الوحدة في حالة تشغيل .
- (STOP-LAMP) .... لمبة بيان توضح ان الوحدة في حالة إيقاف .
- (SYSTEM FAULT-LAMP) ... لمبة بيان توضح حدوث خطأ أثناء تنفيذ البرنامج .
- (BATTARY FAULT-LAMP) .... لمبة بيان توضح وجود عطل ببطارية التشغيل
- (5V- LAMP) .....توضح بوجود عطل في الاتصال بين وحدات الـ (PLC) .
- (FORCE – LAMP) .....لمبة بيان توضح استخدام أمر (FORCE) بالبرنامج .

(8) ملحقات خارجية :-

- **جهاز برمجة الـ (PROGRAMMING DEVICE) :-**

  - جهاز برمجة (كمبيوتر شخصي / جهاز محمول) ويكون محمل عليه نسخة من السوفت وير الخاص بنوع وحدة الـ (PLC) والخاص بالشركة المصنعة للوحدة مع توفير برنامج تشغيل الكمبيوتر وأحد برامج التحكم وفقا لتعليمات الشركة المصنعة لوحدة الـ (PLC) .



  - بعض الشركات المصنعة لوحدات الـ (PLC) تصنع أجهزة خاصة تستخدم في برمجة وحدات الـ (PLC) بالإضافة لاستخدام أجهزة الكمبيوتر وتكون هذه الأجهزة صغيرة الحجم بالمقارنة بأجهزة الكمبيوتر .
  - بعض الشركات المصنعة لوحدات الـ (PLC) تضيف أزرار في الوجهة الأمامية لوحدة الـ (PLC) تستخدم لكتابة البرنامج و لكن يكون هذا في الوحدات الصغيرة والتى تقوم بعمل وحدات الـ (PLC) .

- **كابل التوصيل** الـ (CONNECTING CABLE) : -

❖ يتم الاتصال المباشر بين وحدة الـ (PLC) وجهاز البرمجة الخارجي (الحاسب) لنقل برنامج المشغل إلى وحدة الـ (PLC) من جهاز البرمجة أو تحميل برنامج المشغل من وحدة الـ (PLC) إلى جهاز البرمجة ويكون هذا الربط بين الوحدة وجهاز البرمجة باستخدام نوعيات مخصصة من الكابلات وهي تسمح بالاتصال بين جهاز الـ (PLC) وجهاز الحاسب من خلال منفذ التوالي وهناك أنواع حديثة من النوع الـ (USB) للتعامل بسهولة مع مخارج الحاسب المحمول من نفس النوع .

❖ **يوجد نوعان من كابلات الاتصالات** : -

- **كيبل نقطة لنقطة** الـ (PPI POIT TO POINT INTERFACE) .
  - يستخدم لربط جهاز واحد فقط مع وحدة الـ (PLC) .
- **كيبل نقاط لنقطة** الـ (MPI MULTI-POIT TO POINT INTERFACE) .
  - يستخدم لربط أكثر من جهاز مع وحدة الـ (PLC) في نفس الوقت .





- **وحدة المشغل الـ (OPERATOR UNIT) : -**

  - وهي عبارة عن شاشات عرض بمقاس معين صممت لتعمل بمثابة الوسيط (INTERFACE) بين وحدات الـ (PLC) والآلات فهي قد تكون شاشات عرض فقط لعرض الرسائل أو قد تستخدم للعرض والتحكم لإدخال متغيرات أو تغيير وتعديل متغيرات داخل البرنامج وتستخدم لتسهيل التعامل مع الآلات ووحدات الـ (PLC) من قبل المستخدم .

❖ **أنواع شاشات عرض وحدة المشغل الـ (OPERATOR UNIT) : -**

  - شاشة عرض من النوع الـ ((TEXT DISPLAY) TD)
    - تستخدم لعرض رسائل فقط وطريقة ادخال الأرقام والحروف تكون عن طريق أزرار ملحقة بالشاشة نفسها و يعتبر هذا من أهم عيوبها لذا تستخدم في التطبيقات البسيطة جدا .
  - شاشة عرض من النوع الـ ((HUMAN MACHINE INTERFACE) MHI)
    - تستخدم لعرض رسائل و يمكن ان تستخدم لاظهار رسومات فهي ذات مميزات عالية في الاستخدام والتحكم .
  - شاشة عرض من النوع الـ ((Supervisory Control And Data Acquisition) SCADA)
    - تعتبر مثل شاشات النوع الـ (HMI) لكن بخاصية اظهار الحركة لمكونات التحكم الـ (ANMATION) .



- تستخدم شاشات الكمبيوتر / الحاسب المحمول لأعمال البرمجة فقط وليس لأعمال التحكم لمحدودية إمكاناتها .
- تستخدم شاشات عرض المستخدم لأعمال التحكم والمراقبة داخل المصانع والأماكن التي يصعب استخدام الحاسبات العادية بها فقد صممت هذه الشاشات بإمكانيات عالية تساعدها على العمل بصفة مستمرة وتحت أي ظروف تشغيلية وفي أي بيئة صناعية دون توقف .

• أنواع وحدات الـ (PLC) من حيث تجميع مكوناته -:

○ **يوجد نوعان أساسيان لوحدة الـ (PLC) من حيث تجميع مكوناتها كالتالي : -**

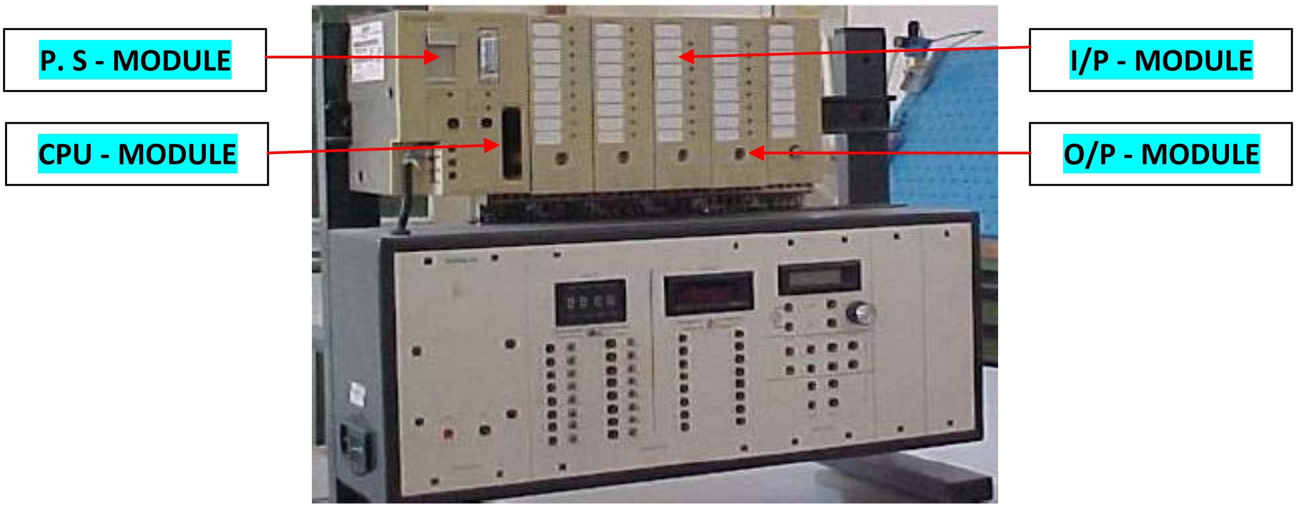
(1) النوع المتكامل الـ (COMPACT - TYPE) : -

- وفي هذا النوع تكون فيه جميع المكونات الصلبة لوحدة الـ (PLC).......(وحدة ربط المداخل الرقمية - وحدة ربط المداخل التناظرية – وحدة ربط المخارج الرقمية – وحدة ربط المخارج التناظرية – وحدة المعالجة المركزية – موضع للذاكرة الخارجية – مصدر القدرة الكهربائية) جميعها موضوعة ضمن حاوية (غلاف) واحد . ويستخدم مثل هذا النوع في العمليات الصناعية الصغيرة .



(2) النوع المجزأ الـ (MODELED - TYPE) : -

- وفي هذا النوع تكون فيه المكونات الصلبة لوحدة الـ (PLC).......(وحدة ربط المداخل الرقمية - وحدة ربط المداخل التناظرية – وحدة ربط المخارج الرقمية – وحدة ربط المخارج التناظرية – وحدة المعالجة المركزية – موضع للذاكرة الخارجية – مصدر القدرة الكهربائية) كل منها موضوع في حاوية (غلاف) مستقل وتسمى كل وحدة مستقلة من هذه المكونات بالـ (MODULE) .
- يتم تجميع هذه الـ (MODULES) مع بعضها البعض لتكوين وحدة الـ (PLC) ولكن لابد ان تتوافق مواصفات هذه الموديولات مع بعضها البعض ويستخدم مثل هذا النوع في العمليات الصناعية الكبيرة



- المواصفات الفنية لشراء وحدات الـ (PLC) :-

- **CPU - SPECFICATION :-**
  - SPEED (RUNGS INSTRUCTION / SEC) .
  - CAPACITY SIZE OF MEMORY (KBYTE) .
  - DC OR AC .
  - PNP OR NPN .

- **INPUT MODULES - SPECFICATION :-**
  - # OF PINS (SLOTS) .
  - DC OR AC .... (ALL NEW UNITS NOW DC) .
  - MAXIMAM VOLTAGE .
  - MAXIMAM CURRENT .
  - ANALOGE OR DIGITAL OR (ANALOGE & DIGITAL) .

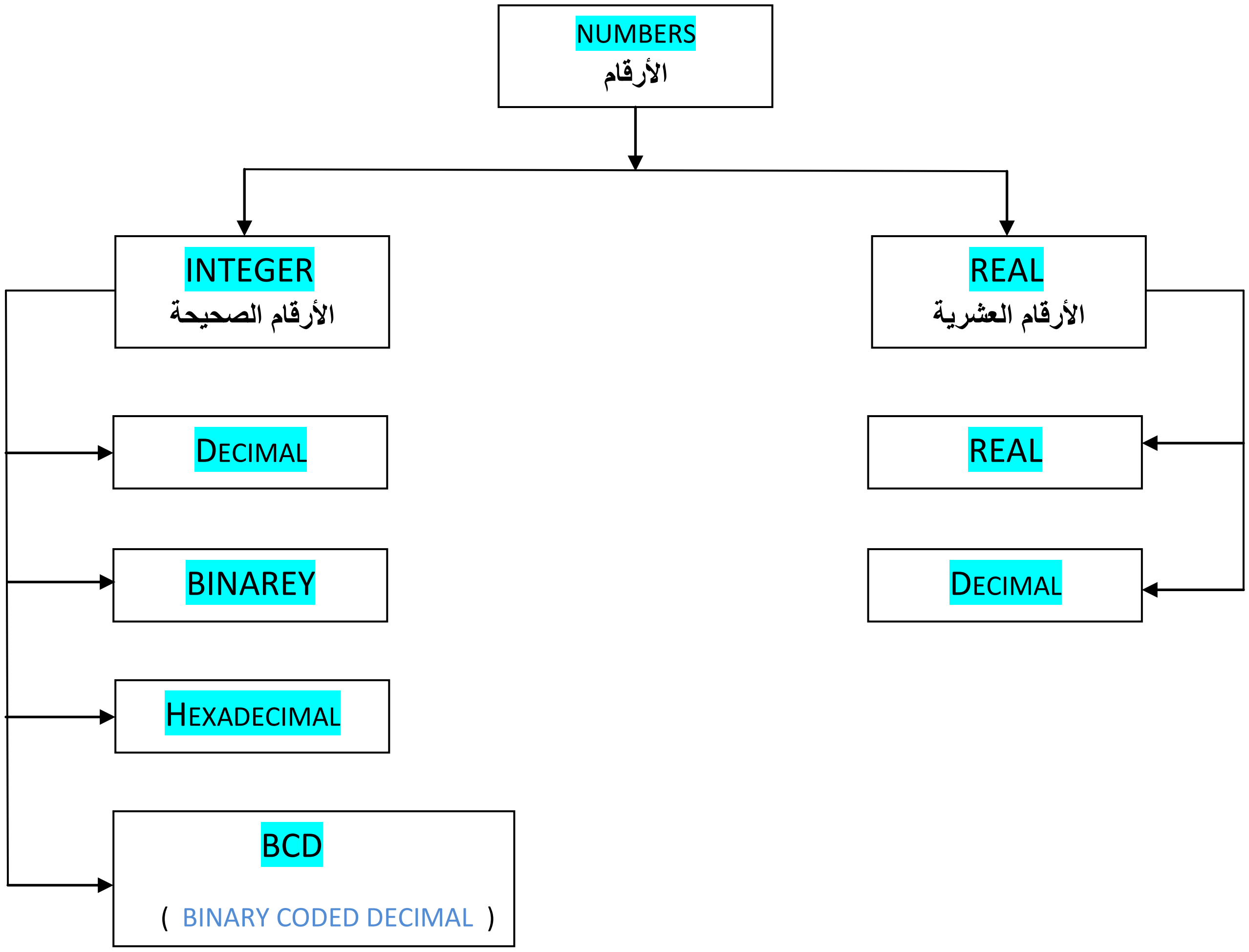
- **OUTPUT MODULES - SPECFICATION :-**
  - # OF PINS (SLOTS) .
  - RELAY TYPE (DC OR AC) .
  - TRANSISTOR TYPE (DC) .
  - TRIACK TYPE (DC OR AC) .
  - RATING (VOLTAGE & CURRENT) .
  - DIGITAL OR ANALOGE OR (DIGITAL & ANALOGE) .

- **POWER SUPPLY - SPECFICATION :-**
  - INPUT VOLTAGE (220 V OR 110 V) .
  - OUTPUT VOLTAGE (24 V) .
  - MAXIMAM OUTPUT CURRENT .

الباب الثاني

- **الأنظمة العددية :-**

  - لغة التعامل والفهم لوحدات الـ (PLC) هي الأرقام ومن المعروف ان الأرقام قد تكون صحيحة أو عشرية



  - يعبر عن الأرقام الصحيحة الـ (INTEGER NUMBER) داخل وحدات الـ (PLC) باحدى الطرق التالية : -
    (1) نظام العد الثنائي الـ (BINAREY) وهو يتكون من رقمين فقط (0 , 1) .
    (2) نظام العد العشري الـ (DECIMAL) وهو مكون من عشر أرقام (من 0 إلى 9) .
    (3) نظام العد السادس عشر الـ (HEXDECIMAL) وتكون أرقامه (من 0 إلى 15) .
    (4) نظام الـ (BCD) وهو نظام يقوم بتحويل النظام الـ (DECIMAL) إلى الـ (BINAREY) .
  - يمكن التحويل من أي نظام عد إلي أي نظام عد أخر .... سيتم الإيضاح بالفقرة القادمة .
  - يعبر عن الأرقام العشرية الـ (REAL NUMBER) داخل وحدات الـ (PLC) بإحدى الطرق التالية : -
    (1) نظام الـ (REAL) وهو نظام يستخدم لكتابة الأرقام التي تحتوي على علامة عشرية .
    (2) نظام الـ (FLOAT POINT) وهو نظام يستخدم طريقة مختلفة لكتابة العلامة العشرية .
  - يستخدم نظام الأرقام العشرية في التعبير عن الإشارة التناظرية (ANALOGE) أو في كتابة المعادلات .

• النظام العشري الـ (DECIMAL) :-

- أطلق على هذا النظام بالعشري لانه يستخدم عشرة أرقام (0-1-2-3-4-5-6-7-8-9) وتستخدم للتعبير عن أي كمية عددية صحيحة كانت أو كسرية و أكبر رقم يمكن كتابته في الخانة الواحدة هو الرقم (9) .
- يزداد وزن الخانات كلما اتجهنا يساراً بمقدار عشرة أمثال الخانة السابقة كما هو واضح بالجدول التالي : -

10000	1000	100	10	1	0	10/1	100/1	1000/1	10000/1
عشرات الآلاف	آلاف	مئات	عشرات	أحاد	صفر	(10)^-1	(10)^-2	(10)^-3	(10)^-4

• النظام الثنائي الـ (BINAREY) :-

- أطلق على هذا النظام بالثنائي لانه يستخدم رقمين للتعبير عنه (0 , 1) و أكبر رقم يمكن كتابته في الخانة الواحدة هو الرقم (1) .
- يزداد وزن الخانات كلما اتجهنا يساراً بمقدار ضعف الخانة السابقة كما هو واضح بالجدول التالي : -

2 X	64	32	16	8	4	2	1

- لتمثيل الرقم (13) بالنظام العشري والنظام الثنائي : -

النظام العشري			1000	1000	100	10	1
(13)10						1	3
النظام الثنائي	64	32	16	8	4	2	1
(1101)2				1	1	0	1

- في النظام العشري تم وضع (1) في خانة العشرات ورقم (3) في خانة الآحاد ليكون (13)10 .
- في النظام الثنائي يتم وضع (1) أسفل المجموع الجبري للأرقام التي تعطي الرقم ليكون (1101)2 .

- لتمثيل الرقم (25) بالنظام العشري و النظام الثنائي : -

النظام العشري			1000	1000	100	10	1
(25)10						2	5
النظام الثنائي	64	32	16	8	4	2	1
(11001)2			1	1	0	0	1

• النظام السادس عشر الـ (Hexadecimal) :-

- أطلق على هذا النظام بالسادس عشر لانه يستخدم (16) رقم للتعبير عنه (0 – 15) و أكبر رقم يمكن كتابته في الخانة الواحدة هو الرقم (15) و نظراً لان الكميات من (10 – 15) تحتاج لخانتان و هذا يسبب خلطاً كبيراً لذلك تم استبدال هذه الأرقام برموز دالة عليها (A=10 , B=11 , C=12 , D=13 , E=14 , F= 15) .
- يزداد وزن الخانات كلما اتجهنا يساراً بمقدار (16) ضعف الخانة السابقة كما هو واضح بالجدول التالي :-

4096	256	16	1

- عبر عن الرقم العشري 10(85) إلى النظام السادس عشر :-

4096	256	16	1
(55)16		5	5

- (5 * 1) + (5*16) = 5 + 80 = 85

- للتحويل من السادس عشر إلى الثنائي يتم استبدال كل خانة من خانات السادس عشر لأربع خانات في الثنائي .

(55)16

8	4	2	1
0	1	0	1

8	4	2	1
0	1	0	1

- فيكون (55) بالنظام السادس عشر يكافئ (01010101) بالنظام الثنائي .

سداسي					4096	256	16	1
(55) 16							5	5
ثنائي	128	64	32	16	8	4	2	1
(01010101)2	0	1	0	1	0	1	0	1
عشري								
(85)10	(1+4+16+64)							

❖ أمـــثـــــلة :-

- حول الرقم (63) إلى الثنائي : -

	64	32	16	8	4	2	1
(111111) 2		1	1	1	1	1	1

- حول الرقم (60) الى الثنائي : -

	64	32	16	8	4	2	1
(111100) 2		1	1	1	1	0	0

- للتحويل من النظام السادس عشر للثنائي فإن كل خانة في السادس عشر تقسم لأربع خانات في الثنائي

الثنائي	السداسي عشر
0000	0
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	7
1000	8
1001	9
1010	A
1011	B
1100	C
1101	D
1110	E
1111	F

- حول الرقم H(AB) إلى النظام الثنائي : -

(AB)H

(1010 1011)2

• النظام العشري المكود ثنائيا الـ (BCD   BINARY CODED DECIMAL) :-

- في هذا النظام تم تمثيل كل رقم في النظام العشري بأربع خانات في النظام (BCD) وهذا راجع لأن الرقمين الـ (8,9) كل منهما يحتاج لأربع خانات في النظام الثنائي ولكي تسير الأمور على وتيرة واحدة تم تمثيل كل رقم بالنظام العشري بأربع خانات ثنائية في نظام الـ (BCD) .

العشري	BCD
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001
10	00010000
11	00010001
12	00010010
13	00010011
14	00010100
15	00010101

• الشفرات : -

- في علم الإلكترونات الرقمية يتم تمثيل الإشارات الكهربائية المعبرة عن الكميات الفيزيائية بسلسلة من النبضات الكهربائية وهي سلسلة من الأصفار و الوحايد حيث يعبر عن الجهود المنخفضة بـ (0) والجهود العالية بـ (1) . لذا مست الحاجة للحصول على أنظمة تشفير للتعبير عن الأرقام والحروف والعلامات في صورة أصفار ووحايد .

• الشفرة القياسية الأمريكية (ASCII) : -

- تعتبر من أكثر أنواع الشفرات تفصيلا فهي تفرق بين الحروف الكبيرة الـ (CAPITAL) والحروف الصغيرة الـ (SMALL) وفيها تمثل العلامات الخاصة (> و < و / و = و :) و أكواد للأوامر الخاصة في لوحة مفاتيح الحاسب (F1,F2,F3,..............., F12) فهي شفرة كاملة للوحة مفاتيح الكمبيوتر الشخصي .

• طريقة تمثيل الشفرة :-

8	7	6	5	4	3	2	1

- الخانات الأربعة الأولى (1,2,3,4) لكتابة الكود .
- الخانات الثلاثة (5,6,7) لتحديد نوع الخانات الأربعة الأولى .
- الخانة الأخيرة رقم (8) خانة التأكد من صحة الشفرة زوجية / فردية .

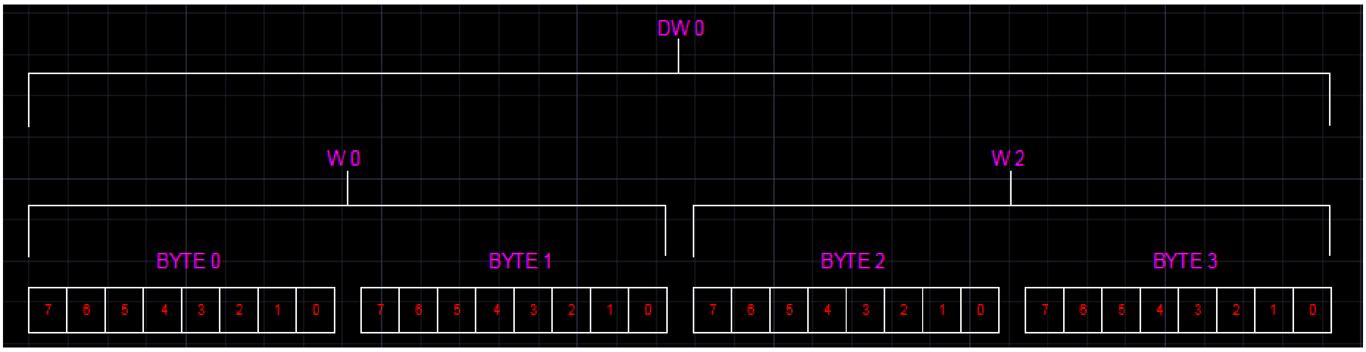
الكود	نوع الكود	ملاحظات
أوامر خاصة	000 001	
حروف خاصة	010	
9 – 0	011	
حروف كبيرة A – Q	100	15 حرف يعبر عنهم من F – 1
حروف كبيرة P – Z	101	11 حرف يعبر عنهم من A – 0
حروف صغيرة a – q	110	15 حرف يعبر عنهم من F – 1
حروف صغيرة p – z	111	11 حرف يعبر عنهم من A – 0

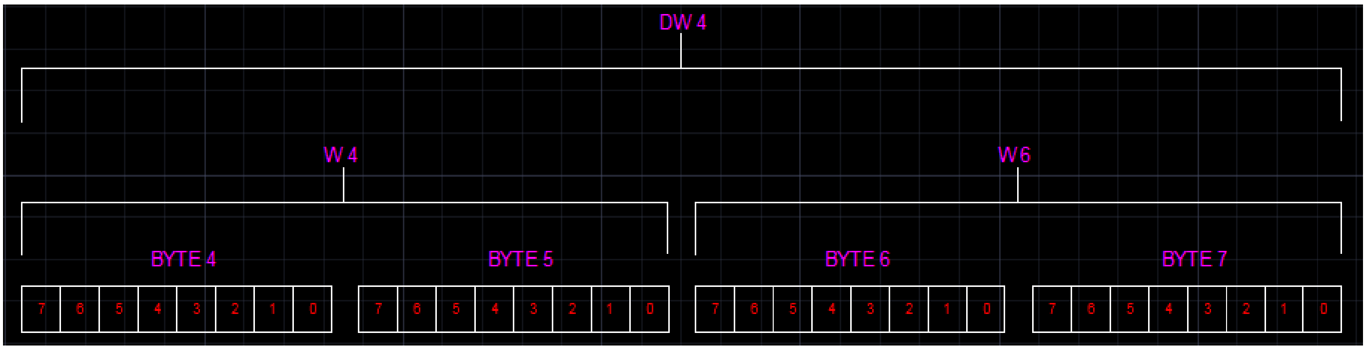
❖ جدول الشفرة (ASCII) :-

Decimal digit	BCD 8421	2421	Excess-3	84-2-1
0	0000	0000	0011	0000
1	0001	0001	0100	0111
2	0010	0010	0101	0110
3	0011	0011	0110	0101
4	0100	0100	0111	0100
5	0101	1011	1000	1011
6	0110	1100	1001	1010
7	0111	1101	1010	1001
8	1000	1110	1011	1000
9	1001	1111	1100	1111
Unused bit combinations	1010	0101	0000	0001
	1011	0110	0001	0010
	1100	0111	0010	0011
	1101	1000	1101	1100
	1110	1001	1110	1101
	1111	1010	1111	1110

• الذاكرة الـ (MEMORY) :-

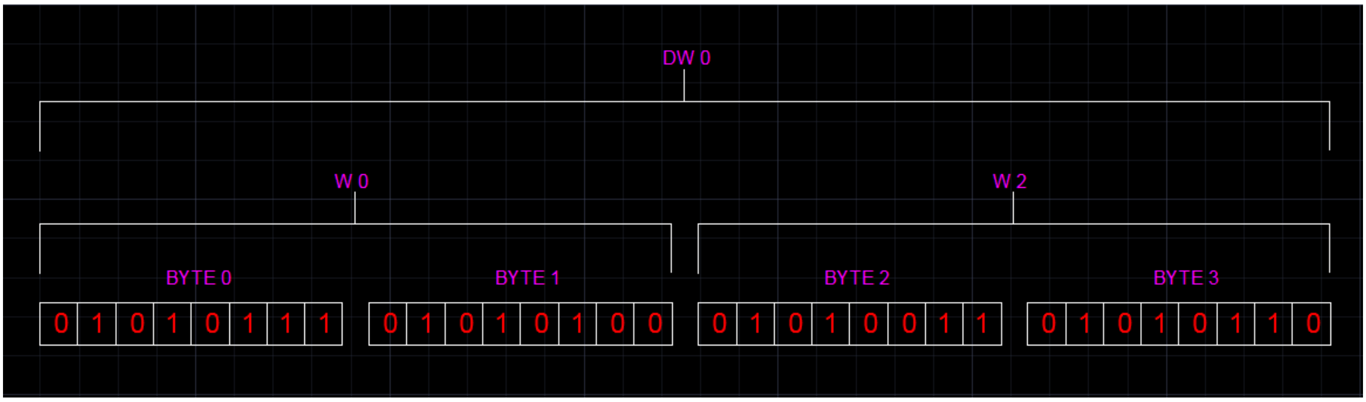
- تحدثنا من قبل عن الذاكرة الداخلية لوحدات الـ (PLC) وقلنا ان هناك نوعان من الذاكرة الـ (ROM) والـ (RAM) وتحدثنا عن الفرق بينهما لكن السؤال الهام هنا كيف يتم التعامل مع الذاكرة او كيف يتم التخزين بالذاكرة او ما هي لغة التفاهم الخاصة بالذاكرة .
- يتم التخزين على الذاكرة باستخدام النظام الثنائي للعد الـ (BINAREY) حيث يتم التخزين كـ (bits) وتم تسمية كل مجموعة من الـ (bits) بالـ (BYTE) وكل مجموعة من الـ (BYTE) بالـ (WORD) وكل مجموعة من الـ (WORD) بالـ (DOUBLE WORD) و هذه المسميات لتسهيل عملية القراءة فقط لكن في النهاية التخزين يتم على هيئة (bits) .
    - bit = (0 , 1)
    - BYTE = (8 bits)
    - Word = (2 BYTE) = (16 bits)
    - DWORD = (2 WORD) = (4 BYTE) = (32 bits)





- يتم قراءة الـ (bits) في الـ (BYTE) من اليسار إلى اليمين .
- يتم قراءة الـ (BYTE) في الـ (WORD) من اليمين إلى اليسار .
- يتم قراءة الـ (WORD) في الـ (DWORD) من اليمين إلى اليسار .
- تسمى الـ (WORD) بأول رقم (BYTE) من اليسار .
- تسمى الـ (DWORD) بأول رقم (WORD) من اليسار .
- عند قراءة الـ (WORD # 0) يتم قراءة الـ (BYTE 0) أولاً ثم قراءة (BYTE 1) . حيث يتم قراءة الـ (bites) من اليسار لليمين في الـ (BYTE 0) ثم قراءة الـ (bites) من اليسار لليمين في الـ (BYTE 1) . و هكذا بالنسبة لقراءة الـ (WORD) والـ (DWORD) .

- مثال : أقرأ محتوى الـ (WORD # 0) في الشكل التالي : -



- يتم قراءة الـ (W0) أولاً ثم قراءة الـ (W2) .
- يتم قراءة (BYTE 0) ثم قراءة (BYTE 1) في الـ (W0) ثم قراءة الـ (BYTE 2) ثم الـ (BYTE 3) في الـ (W1) .
- يتم قراءة الـ (bites) في كل (BYTE) من اليسار لليمين .
- فتكون القراءة كالتالي من اليسار لليمين : -

(11101010- 00101010- 11001010- 01101010)

- من السابق نجد ان الـ (bits) تكون من (0) إلى (7) .
- الـ (BYTES) تكون من (0) إلى (حسب مساحة الذاكرة) وكذلك الـ (WORD) والـ (DWORD) .
- لاحظ في وحدات الـ (PLC) : -
  - المداخل (I) يكون لها مساحة بالذاكرة خاصة بها .
  - المخارج (Q) يكون لها مساحة خاصة بها .
  - الريلية الداخلي الـ (M) يكون لها مساحة خاصة بها .
- لذلك ليس معنى الـ (M0.0 , Q0.0 , I0.0) ان لهم نفس العنوان بالذاكرة لأن لكل منهم مساحته المخصصة بالذاكرة .
- لنقل محتوى معلوم عنوانه بالذاكرة لعنوان أخر بالذاكرة لابد وان يكون لهم نفس الـ (SIZE) فيمكن نقل محتوى الـ (BYTE) إلى (BYTE) أخر وكذلك يمكن نقل محتوى (WORD) لـ (WORD) أخر ولكن يمكن التحايل على ذلك هكذا : -

يمكن نقل محتوى الـ (BYTE 0) إلى الـ (W2) حيث يتم نقل محتوى الـ (BYTE 0) الـ (BYTE 3) في الـ (W2) ونضع في الـ (BYTE 2) من الـ (W2) أصفار .

- لاحظ ان النقل يأخذ نسخة وينقلها مع ابقاء الأصل كما هو في مكانه .

• لغات البرمجة لبرمجة وحدات الـ (PLC) :-

- يقصد بلغة البرمجة هو الأسلوب المستخدم لرسم وكتابة البرنامج المصمم لتنفيذ وظيفة معينة وهناك طرق عديدة لكتابة ورسم البرنامج منها ما هو يستخدم لغة الأوامر ومنها ما يستخدم الرسومات وفي النهاية جميعها تؤدي إلى المطلوب .
- كل شركة من الشركات المنتجة لوحدات الـ (PLC) لها برامجها الخاصة لكتابة ورسم البرنامج لكن كما قلنا جميعها في النهاية تؤدي نفس الوظيفة المطلوبة .
   - الطرق المستخدمة لكتابة ورسم البرنامج :-
      - لغة الأوامر الـ (STATE MENT , LIST INSTRUCTION) .
      - لغة الرسم الـ (LD (LADDER) , FBD (FUNCTION BLOOK)) .
      - لغة التفكير الـ (THINKING) .
- كل طريقة من الطرق السابقة تستخدم لكتابة البرنامج ولكل منها مميزاتها وعيوبها وعندنا هنا في معظم الدول العربية وبعض دول أوروبا تستخدم طريقة الـ ((LD , FBD)) ولذا سنهتم في دراستنا على هذه اللغات وبالتفصيل ستكون جميع التطبيقات العملية باستخدام لغة السلم الـ (LD (LADDER)) .
   - صفحة البرمجة باستخدام لغة السلم الـ (LD (LADDER)) لأي شركة تحتوي على :-
      - مداخل الـ (I) .
      - مخارج الـ (Q) .
      - ريلية داخلي الـ (M) .
      - مؤقتات زمنية الـ (T) .
      - عدادات الـ (C) . ... سيتم الشرح بالتفصيل الباب التالي .